



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL
CURSO DE AGRONOMIA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA FISIOLOGIA E
PRODUTIVIDADE DO JERIMUM CABOCLO (*Cucurbita maxima*).**

ALDEIR RONALDO SILVA

Areia - PB

2017

ALDEIR RONALDO SILVA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA, NA FISIOLOGIA E
PRODUTIVIDADE DO JERIMUM CABOCLO (*Cucurbita maxima*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal da
Paraíba, como parte dos requisitos
para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

**AREIA - PB
JANEIRO – 2017**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S586a Silva, Aldeir Ronaldo.
Adubação nitrogenada e potássica, na fisiologia e produtividade do jerimum
caboclo (*Cucurbita maxima*) / Aldeir Ronaldo Silva. - Areia: UFPB/CCA, 2017.
XIV, 69 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador (a): Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante.

1. Eficiência fotossintética 2. Produção por planta 3. Qualidade de frutos I.
Cavalcante, Lourival Ferreira (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

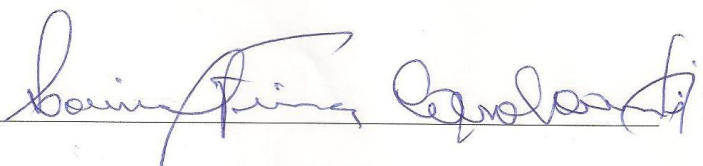
CDU: 631.8

ALDEIR RONALDO SILVA

ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA, NA FISIOLOGIA E
PRODUTIVIDADE DO JERIMUM CABOCLO (*Cucurbita maxima*)

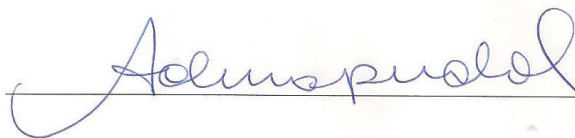
Aprovada em 19 de janeiro de 2017

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

Orientador (DSER/ CCA/ UFPB)



Prof. Dr. Ademair Pereira de Oliveira

1ª Examinador (DFCA/ CCA/ UFPB)



MSc. Marlene Alexandrina Ferreira Bezerra

2ª Examinador (Doutoranda em Agronomia/ CCA/ UFPB)

Ao Soberano e Maravilhoso Deus de nossa vida, pela sua infinita Graça e misericórdia na minha vida, por dar-me toda força e coragem durante toda caminhada da minha vida.

Aos meus guerreiros pais Ronaldo da Silva e Maria Gorete Francisco Silva pelo ensinamento, motivação, apoio e perseverança comigo nos momentos mais difíceis.

As minhas queridas irmãs Laisa Francisco Silva, Thaysa Francisco Silva, Maysa Francisco Silva por todo apoio prestado, carinho e amor.

Aos meus avós Jose Sebastião da Silva e Josefá corina da conceição por me ajudar muitas vezes nas minhas viagens para congresso, bem como o orgulho que eles sente por mim.

A minha namorada Aline Barbosa dos Santos, por todo amor, cuidado, compreensão e ajuda na minha vida. Sempre apoiando e incentivando meus sonhos.

Aos feirantes e carroceiros da feira livre da cidade de Esperança-PB, por toda força e motivação prestada comigo em cada sonho e projeto almejado. Por me possibilitar aquisição do dinheiro para ajudar no “ganha pão” (sustentação da renda) da minha família.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida a mim dada, por me dá saúde, força e coragem para vencer cada barreira encontrada ao longo da minha vida.

Aos meus pais, Ronaldo da Silva e Maria Gorete Francisco Silva, pela educação, amor e perseverança. Por me ensinar a nunca desistir dos sonhos, apesar das dificuldades na vida.

As minhas irmãs, Laisa Francisco Silva, Maisa Francisco Silva, por dividirem comigo todos os momentos complicados e pelo o carinho, amor e alegria.

Aos meus avós, José Sebastião e Josefa Corina, minhas tias Arlinda Francisco, Vitoria, João, Maria do Socorro. Primos Gustavo, Wellington, Bruno Pela ajuda e motivação e por acreditar no meu potencial.

A minha namorada Aline, pela compreensão, paciência, confiança e ajuda em todos os momentos que precisei.

Ao Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante, pelos ensinamentos acadêmicos e pessoais, amizade, confiança, cuidado, motivação, por me permitir fazer parte de sua equipe de trabalho e por ter acreditado no meu potencial como estudante.

Ao Prof. Dr. José Alves Barbosa, pela sua orientação na universidade e na vida social, amizade, confiança e ajuda em diversos momentos.

Aos Prof. Walter Esfrain Pereira, Marcia Targinio e Roseilton Fernandes, pela ajuda, amizade, confiança e contribuição na minha formação profissional.

Aos membros da EQUIPE LOFECA, Flaviano, Expedito, André Spinosa, Thiago Aires, Thiago Bezerra, Alián, Marlene, Stenio Dantas, Antônio Gustavo, Antônio João, Denizard Oresca, Julia Medeiro, Ítalo Oliveira pela a amizade, paciência, dedicação e ajuda na condução dos experimentos.

Aos Amigos da ABUB, Fellipe, Givanildo, Carlos Gracio, Anna Paula, Givanildo, Gisliane, Mayara, Begna, João Paulo, Vinicius, Samuel, Bruno, Allison, Rayne, Mayara Gomes, Phellipe Coutinho, Kennedy, Gilmar, Luana, Messias, Ademar, pelo auxilio, companheirismo, amizade, comunhão, ajuda no projeto de evangelização na universidade.

Aos meus amigos do grupo os fortes, Dennisvaldo, Gisliane, Lucildo Cruz, André Raimundo, Anderson Rodrigo, pela grande amizade, carinho, amor e alegria que vivenciamos juntos.

Aos amigos da turma de agronomia 2011.2, Luan, Ricardo, Cris Oliveira, Gabi Torre, Thalles, Roberto, Robson, Anderson Tenorio, João Pedro, Erivaldo, João Rafael, Arthur, Cassio, Victor Hugo, Maria das Dores, Gabriela Maiole, David Paulo, Marcos Antonio,

Mayara Silva, Nathalia, Mario Vital, Jessica Nascimento, Halley, Alex de Deus, Bruna Lais, Carol Alves, Anderson Tenorio, Jaime Neto, pela ajuda, companheirismo, amizade, motivação ao longo do curso e por acreditarem na minha pessoa.

Aos Amigos do CCA/UFPB, Elias, Augusto Falcão, Jeferson, Diego, Luiz Claudio (Mancha), Igor Almeida, Jermeson, Batoré, James, Alberto, Uanderson Alves, Fabio Araujo, Fabiano Simplicio, João Paulo, Alison Alves, Junior Mangangá, Wellington Ribeiro, Mario Vital.

À Universidade Federal da Paraíba por toda infraestrutura e ao Centro de Ciências Agrárias pela oportunidade e contribuição na aquisição de conhecimento na minha formação acadêmica.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal) pela apoio financeiro para execução de experimentos.

A todo o corpo Docente do Centro de Ciências Agrárias da UFPB, muito obrigado pela contribuição na minha formação profissional.

Aos amigos carroceiros e feirante da feira livre municipal de Esperança. Por toda confiança depositada na minha pessoa, bem como na ajuda financeira para minha manutenção na universidade.

Aos meus colegas e professores das escolas públicas, escola Monsenhor Jose Coutinho, escola Josefa Pinheiro, escola Francisco Souto Neto, pela contribuição na minha formação profissional e social.

À banca Examinadora, Prof. Doutor. Lourival Ferreira Cavalcante, Prof. Doutor. Ademar Pereira de Oliveira, á Mestre em Ciência do Solo Marlene Bezerra, pela participação, opinião e aperfeiçoamento desse trabalho de pesquisa.

Muito Obrigado !!!

Epígrafe

“Our God is an Awesome God
He Reigns from heaven above
With Wisdom power and love
Our God is an Awesome God”

Hillsong United

SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS	xi
LISTAS DE TABELAS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Aspectos da cultura	3
2.2. Adubação na agricultura	4
2.3. Nitrogênio no solo e na planta	5
2.4. Potássio no solo e na planta	7
2.5. Relação clorofila e fluorescência	8
2.6. Trocas gasosas e fotossíntese.....	10
2.7. Efeito da nutrição mineral na produtividade e qualidade dos frutos	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Localização da área experimental	11
3.2. Delineamento experimental	13
3.3. Preparação da área, plantio e condução do experimento	14
3.4. Variáveis Avaliadas	16
3.4.1. Fertilidade do solo após a colheita	16
3.4.2. Na planta	16
3.4.2.1. Diâmetro do caule	16
3.4.2.2. Índices foliares de clorofila a, b e total.....	16
3.4.2.3. Fluorescência inicial, máxima e variável da clorofila a	17
3.4.2.4. Condutância estomática (gs), transpiração (E), fotossíntese líquida (A), concentração interna de carbono (Ci), eficiência no uso da água (EUA), eficiência instantânea de carboxilação (EiC).....	18
3.4.2.5. Componentes de produção e produtividade	19
3.4.3. No fruto.....	19
3.4.3.1. Massa do fruto, percentagem casca (%), percentagem semente (%) e rendimento em Polpa (%).....	20
3.4.3.2. Comprimento e diâmetro do fruto	20

3.4.3.3.	Teor de vitamina C	20
3.4.3.4.	Acidez titulável	20
3.4.3.5.	Sólidos solúveis	21
3.4.3.6.	Umidade do fruto	21
3.4.3.7.	Açúcares redutores (glicose)	21
3.4.3.8.	Açúcares não redutores (sacarose)	21
3.4.3.9.	Amido	22
3.5.	Avaliação estatística	22
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1.	Fertilidade do solo	23
4.1.1.	pH do Solo	25
4.1.2.	Teor de potássio e cálcio no solo	26
4.1.3.	Soma de base e capacidade de troca catiônica (CTC) do solo	28
4.2.	Avaliações fisiológicas e produtivas	31
4.2.1.	Índice de clorofila b	34
4.2.2.	Fluorescência inicial, fluorescência variável e fluorescência máxima da clorofila a	35
4.2.3.	Concentração interna de CO ₂	38
4.2.4.	Diâmetro do caule da planta	39
4.2.5.	Número de fruto e massa média do fruto	40
4.2.6.	Produção por planta e produtividade	42
4.3.	Qualidade do fruto de jerimum caboclo	45
4.3.1.	Comprimento do fruto	47
4.3.2.	Umidade de polpa do fruto	49
4.3.3.	Teor de açúcares redutores	50
4.3.4.	Teor de sacarose	52
4.3.5.	Teor de amido	53
4.3.6.	Vitamina C	54
5.	CONCLUSÕES	57
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Mapa global da fluorescência máxima mensal da clorofila induzida pelo sol, detectados no mês de julho. Adaptado de Guanter et al. (2014).	9
Figura 2. Valores médios diários de temperatura (----) e de umidade relativa do ar (—), dias após semeadura (DAS) do ejrimum caboclo no sitio macaquinho localizado no município de Remígio, Paraíba.	12
Figura 3. Distribuição do sistema de irrigação com fita gotejadora em cada parcela do experimento. Remígio, 2016.	15
Figura 4. Adubação de fundação com NPK nas covas, Remígio, 2016.	15
Figura 5. Realização da leitura dos índices de clorofila a,b e total em plantas de Jerimum caboclo. Remígio, 2016.	17
Figura 6. Pinças de adaptação da área ao escuro (A); medição da emissão de fluorescência com o fluorômetro (B) nas folhas. Remígio, 2016.	18
Figura 7. Avaliação da condutância estomática (gs), transpiração (E), fotossíntese líquida (A), concentração interna de carbono (Ci) em planta de jerimum caboclo com adubação nitrogenada e potássica. Remígio, 2016.	19
Figura 8. Valor do potencial hidrogênio (pH) no solo cultivado com jerimum caboclo, no solo adubado com nitrogênio (A) e potássio (B).	25
Figura 9. Teor de potássio (mg dm^{-3}) no solo cultivado com jerimum caboclo, adubado com potássio em diferentes doses.	27
Figura 10. Valores de cálcio no solo cultivado com Jerimum caboclo, adubado com potássio, em diferentes doses.	28
Figura 11. Valores da soma de bases trocáveis do solo cultivado com jerimum caboclo, em função de doses de nitrogênio (A) e potássio (B).	29
Figura 12. Valores de capacidade de troca catiônica ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), no solo cultivado com jerimum caboclo, adubados com nitrogênio (A) e potássio (B).	30
Figura 13. Índice de Clorofila b de planta de jerimum caboclo, no solo com nitrogênio e potássio.	35
Figura 14. Valores da Fluorescência inicial da planta de Jerimum caboclo, no solo com potássio em diferentes doses.	36

Figura 15. Valores de Fluorescência Variável (A) e Fluorescência Máxima (B) da planta de Jerimum caboclo, adubada com potássio em diferentes doses.	37
Figura 16. Valores da concentração interna de CO ₂ ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) da planta de jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio.	39
Figura 17. Valores de diâmetro (mm) do caule da planta de jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio.	40
Figura 18. Número de frutos por planta de jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio.	41
Figura 19. Valores de massa do fruto de jerimum caboclo, no solo com doses de potássio.	42
Figura 20. Valores de produção por planta de jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio.	43
Figura 21. Produtividade do jerimum caboclo no solo, com doses de nitrogênio (A) e com potássio (B).	44
Figura 22. Valores do comprimento, do fruto do jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio e potássio.	48
Figura 23. Valores de umidade de polpa de fruto de jerimum caboclo, no solo com doses potássio (A) e nitrogênio (B).	50
Figura 24. Teor de açúcares redutores (glicose) de frutos de jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio.	51
Figura 25. Valores de sacarose do fruto do jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio e potássio.	53
Figura 26. Teor de amido de fruto de jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio.	54
Figura 27. Valores de vitamina C do fruto de jerimum caboclo, no solo com doses de potássio.	56

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental, no sítio macaquinho no município de Remígio – PB.....	13
Tabela 2. Caracterização química do solo da área experimental, no sítio macaquinho no município de Remígio - PB.....	13
Tabela 3. Organização dos tratamentos.....	14
Tabela 4. Caracterização do esterco bovino utilizado no preparo das covas.....	15
Tabela 5. Resumo das análises de variância e regressão, referentes ao potencial hidrogeniônico (pH), fosforo (P), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), hidrogênio + alumínio ($H^+ + Al^{3+}$), soma de base (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por base (V %) e matéria orgânica do solo cultivado com jerimum caboclo, adubado com potássio e nitrogênio em diferentes doses.....	24
Tabela 6. Resumo das análises de variância e regressão, referentes a índice de clorofila <i>a</i> (CLa), clorofila <i>b</i> (CLb), Clorofila total (CLt), fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema II (FW), a Condutância estomática (Gs), Concentração interna de CO ₂ (Ci), assimilação líquida de CO ₂ (A), de planta de jerimum caboclo, adubado com potássio e nitrogênio em diferentes doses..	32
Tabela 7. Resumo das análises de variância e regressão referente Transpiração (E), eficiência no uso da água (EUA), eficiência instantânea de carboxilação (EiC) Diâmetro do caule (DC), Densidade de planta (DP), número de frutos por planta (NF), massa do fruto (MM), produção por planta (PP) e Produtividade (PROD) de planta de jerimum caboclo, adubado com potássio e nitrogênio em diferentes doses.....	33
Tabela 8. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio e regressão, referentes a comprimento do fruto (DL), diâmetro do fruto (DT), numero de semente (NS), rendimento de polpa (RP), umidade do fruto (UmF), teor de glicose (GLIC), teor de sacarose (SAC), teor de amido (AMIDO), potencial hidrogeniônico do fruto de jerimum caboclo, adubados com potássio e nitrogênio em diferentes doses.....	47
Tabela 9. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio e regressão, referentes ao sólidos solúveis (SS), acidez titulavel (AT), vitamina C (VITC) e relação de sólidos solúveis e acidez titulavel (SS/AT) de fruto de jerimum caboclo, adubados com potássio e nitrogênio em diferentes doses.....	48

SILVA, A. R. **Adubação nitrogenada e potássica, na fisiologia e produtividade do Jerimum caboclo** (*Cucurbita maxima*). Areia, Paraíba, Brasil. 2016. 70 f. Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

A cultura do jerimum é amplamente cultivada na região Nordeste, na maioria das vezes por pequenos produtores e onde desempenha importante função econômico-social. Objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada e potássica nos parâmetros fisiológicos, produtivos e da qualidade de frutos do jerimum caboclo. O experimento foi conduzido no sítio macaquinhos situado no município de Remígio, Paraíba. Os tratamentos foram organizados no delineamento Matriz Central de BOX, no esquema fatorial 5 x 5, referentes a cinco níveis de adubação nitrogenada (0, 26, 90, 154 e 180 kg ha⁻¹) e cinco de adubação potássica (0, 13, 45, 77 e 90 kg ha⁻¹); o espaçamento utilizado foi 2 m x 2 m entre plantas e linhas semeando-se três sementes por cova. A irrigação foi feita diariamente com fita gotejadora, adubação constou de fósforo aplicado 100% nas covas juntamente com 20 % de N e 20 % K⁺, os 80 % restantes foram parcelados em duas aplicações de 40 %, aos 20 e 40 dias após a semeadura. No final do experimento amostras de solo foram coletadas, na camada de 0 - 20 cm, para avaliação da fertilidade do solo pelos teores de P, Ca⁺², Na⁺, Mg⁺², K⁺, Al³⁺ + H⁺, valores de matéria orgânica, pH, CTC, SB, V %. Nas plantas foram obtidos os índices de clorofila *a*, *b* e *total*, fluorescência inicial, variável e máxima, transpiração, condutância estomática, fotossíntese líquida, diâmetro do caule, produção por planta, produtividade, rendimento de polpa, acidez titulável, vitamina C, sacarose, glicose e amido. A interação potássio x nitrogênio influenciou significativamente o índice de clorofila *b* para valores superiores a 9,5. O comprimento do fruto e teor de sacarose o aumento de potássio inibiu a massa do fruto em 23 %, de, e o teor de cálcio no solo 36 %. O aumento das doses de N elevou 37 % a produção por planta e na produtividade em 37,2 % entre as plantas sem e com a dose de 90 kg ha⁻¹, o teor de glicose dos frutos decresceu 12,7 % até a dose de K₂O de 90 kg ha⁻¹. O nitrogênio estimulou o número de frutos e a produção por planta. O aumento da dose de potássio reduziu o teor de cálcio no solo.

Palavra Chave: Eficiência fotossintética, produção por planta, qualidade de frutos.

SILVA, A. R. **Nitrogen and potassium fertilization, physiology and productivity Jerimum Caboclo (*Cucurbita maxima*)**. Areia, Paraíba, Brasil. 2016. 74f. Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

ABSTRACT

The culture of Jerimum is widely cultivated in the Northeast, most often by small producers, generally produced in consortium with other crops, which plays an important economic and social function. This study aimed to evaluate the effect of nitrogen and potassium fertilization on physiological parameters, production and fruit quality of Jerimum Caboclo. The experiment was conducted in monkeys site located in the municipality of Remigio in the state of Paraíba. The treatments were arranged in design BOX Center headquarters, in a factorial 5 x 5, relating to 5 levels of nitrogen fertilization (0, 26, 90, 154 and 180 kg ha⁻¹) and 5 potassium fertilization levels (0, 13, 45, 77 and 90 kg ha⁻¹), the beating was used 2 x 2 between plants and lines, were placed 3 seeds per hole, irrigation was by drip tape, being held every day, it was applied all phosphorus in the cultivation along with 20% N and 20% H + 80% remaining was divided into two application 40%. The following parameters were evaluated: Soil fertility (P, Ca²⁺, Na⁺, Mg²⁺, K⁺, organic matter, pH, CEC, SB, V%, Al³⁺ + H), Chlorophyll a, b and total fluorescence initial, variable and maximum transpiration, stomatal conductance, net photosynthesis, stem diameter, plant yield, productivity, pulp yield, titratable acidity, vitamin C, sucrose, glucose and starch. The potassium x nitrogen interaction influenced the increase of chlorophyll b ratio to greater than 9.5, fruit length and sucrose content, potassium also had isolated effect on the mass of the fruit with a reduction of 23% due to the increasing the dose, the calcium content was reduced due to the potassium dose had a reduction of 36%, nitrogen promoted the 37% increment in the production per plant, also promoting increased productivity by 37, 2% to the dose 90 kg ha⁻¹, glucose level showed a desiccome 12.7 to 90 kg⁻¹ there. The nitegogenio stimulated the number of fruit and yield per plant, potassium promoted the decrease in calcium content, nitrogen and potassium stimulated sucrose content and length of the fruit.

Keyword: Photosynthetic efficiency, yield per plant, fruit quality.

1. INTRODUÇÃO

O jerimum caboclo pertence a família das cucurbitáceas, mesma família da abóbora (*Cucurbita mochata*), pepino (*Cucumis sativus*), melão (*Cucumis melo*), melancia (*Citrulus lanatus*), e maxixe (*Cucumis anguria*). Originária das Américas, sendo que, em geral essas espécies possuem um elevado valor alimentício com diversidade de uso na culinária, o que agrega mais valor à cultura (RAMOS et al., 2010). Os frutos são ricos em amido, açúcares livres e vitaminas do complexo B₁, B₂ e Vitamina C, além da presença de caroteno precursor da vitamina A, ácido amino butírico, ferro, cálcio, magnésio e potássio. O fruto também possui bioflavonóide, que por sua vez, são bloqueadores dos canais receptores de hormônio que estimula a produção de células cancerígenas. Outra substância encontrada nas abóboras são os esteróis que se destacam como precursores da vitamina D (NARA et al., 2009; CARVALHO et al., 2011).

Do ponto de vista morfológico, o jerimum caboclo, possui flores femininas e masculinas na mesma planta, sendo uma espécie monoica, folhas simples e alternadas, com nervuras palminerveas, possuindo um sistema radicular com o desenvolvimento de uma raiz principal (RAMOS et al., 2010). Em 2012 a produção mundial de abóbora foi de aproximadamente de 4 a 22 milhões de toneladas, sob uma área de cultivo de 1,67 milhão de hectares, resultando numa produtividade média de 13, 4 t/ha⁻¹, conforme FAO (2012).

O nitrogênio (N) é bastante requerido pela planta, mas sua deficiência é o que mais limita no crescimento, fazendo parte da constituição de proteínas, ácidos nucleicos, influenciando em diversos processos relacionados ao crescimento e desenvolvimento das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2013). É elemento bastante móvel no solo, todavia, é de suma importância maximizar a eficiência da sua utilização na agricultura, evitando assim, grandes perdas de nitrogênio no solo, acarretando maior absorção e metabolismo do N nas plantas (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

O suprimento de N para as culturas geralmente é realizado pela adubação, mas em muitos casos não se dispõem do conhecimento sobre a dosagem e a exigência pela cultura, dessa forma aplicam-se elevadas quantidades de N no solo, podendo promover a perda do elemento, além dos problemas ambientais, como contaminação dos lençóis freáticos por meio de lixiviação dos nutrientes (POLLETO, 2004; MASCLAUX-DAUBRESSE et al., 2010). A adubação nitrogenada por meio de fertilizantes comerciais é bastante onerosa, ocasionando a elevação de custo e produção, quando não realizada com eficiência. Altas concentrações de

nitrogênio na planta reduzem a biossíntese dos compostos fenólicos (fungistáticos), bem como lignina nas folhas, diminuindo o grau de tolerância das plantas aos agentes patogênicos (SANTOS et al., 2009).

O nitrogênio pode ser absorvido na forma amônia (NH_4^+), nitrato (NO_3^-), ou nitrogênio atmosférico que é o nitrogênio gasoso (N_2) no caso das leguminosas, mas ao absorverem o NH_4^+ ocorre o aumento da acidez devido à liberação de H^+ e no caso da absorção por meio de NO_3^- ocorre à diminuição da acidez devido ao surgimento de OH^- (MALAVOLTA et al., 1997). O transporte na planta ocorre via xilema, todavia na planta, o amônio (NH_4^+) é bastante requerido para a síntese de amido e o esqueleto do carbono, sendo que este por sua vez está provindo do ciclo do ácido tricarboxílico, (MARSCHNER, 2012).

O processo de absorção do amônio pela planta ocorre por meio da glutamate sintetase, que catalisa e transfere o grupamento amida (NH_2) para 2-oxoglutarato a partir da glutamina, que é produto do ciclo do ácido tricarboxílico, sendo a massa parte da massa dos aminoácidos é constituída de N (MARSCHNER, 2012; BOHNER et al., 2015).

De forma geral, as hortaliças são bastante exigentes em potássio, por isso o potássio é o nutriente mais extraído por grande parte de suas espécies (ARAUJO et al., 2014). O potássio exerce importantes funções nos vegetais, no estado energético, translocação, armazenamento dos assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais, é um nutriente mineral que contribui para diminuição dos efeitos dos estresses abióticos (FERNANDES, 2006; WANG et al., 2013). A deficiência de potássio afeta atividade fotossintética, por meio do mecanismo de inibição, reduzindo a assimilação de carbono, o que provoca menor produção e acúmulo de biomassa (LU et al., 2016; EREL, et al., 2015; ZORB et al., 2014).

O potássio (K^+), em geral, é o segundo cátion mais presente nas culturas, sendo superando apenas pelo nitrogênio, entretanto grande parte é encontrado na forma solúvel em água o que, permite a sua redistribuição na planta em comparação com outros elementos como cálcio e magnésio. Essa propriedade é devida o potássio ser um íon monovalente o que permite atravessar facilmente a membrana em ambos os sentidos de efluxo e influxo, caracterizando o nutriente como mais móvel. Apesar dessa vantagem, cerca de 90% do potássio no solo, é encontrado ligado a cristais que compõem a parte mineral, não estando prontamente disponível para absorção pelas plantas (MALAVOLTA, 2002; ZORB et al., 2014).

Adubação potássica promove aumento na produtividade, como também melhorias na qualidade dos frutos; o fornecimento adequado do nutriente eleva o teor de proteína e vitamina C, de amido, atua positivamente na coloração, aroma e teor de sólidos solúveis nos frutos, o corpo humano necessita em torno de uma demanda de potássio de 2 a 5,9 g por dia, reduzindo problemas cardiovascular e renal (FERNANDES, 2006; BELITZ et al., 2007; ZORB et al., 2014). Na planta, a adubação potássica promove maior acúmulo do elemento no fruto e na formação de compostos à atividade funcional.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de doses de nitrogênio e potássio, no comportamento fisiológico, produtivo e a qualidade do fruto do jerimum caboclo (*Cucurbita maxima*).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos da cultura

O jerimum caboclo (*Curcubita máxima*) é pertencente ao gênero cucurbita, compreendido por 24 espécie da família cucurbitáceas, sendo nativas das Américas, onde cinco dessas são bastante cultivadas; *Cucurbita argyrosperma*, *Cucurbita ficifolia*, *Cucurbita máxima*, *Cucurbita mochatata*, *Cucurbita pepo* (CARVALHO et al., 2011). As abóboras e o jerimum, se destacam entre as sete hortaliças mais cultivadas no Brasil (AMARO et al., 2014).

As espécies *C mochatata* e *C máxima* são amplamente distribuídas em todo território brasileiro, bem como a conservação das variedades tradicionais, em geral pelos pequenos agricultores, uma vez que essas duas espécies foram as primeiras a serem domesticadas (CARVALHO et al., 2011). É uma cultura que contribui para a permanência do agricultor na zona rural, ao mesmo tempo gerando empregos, uma vez que a cultura é manejada com baixo uso de implemento agrícola (COSTA et al., 2015).

Tanto o jerimum como a abóbora exercem destaque nos aspectos nutricionais por serem frutos ricos em ferro, cálcio, magnésio, potássio, fibras, carotenoides, bloqueadores de hormônio que promovem o câncer, contêm vitamina C variando de 9 a 20 mg/100g e vitamina B, respectivamente 0,06 e 0,06 mg (USDA National Nutrient Database 2004; CARVALHO et al., 2011). A comercialização, em geral é prejudicada devido o fruto não possuir o formato

atraente exigido pelo consumidor, entretanto é um material genético bastante adaptado às condições edafoclimáticas em destaque na região Nordeste (BLANK et al., 2013).

As cucurbitáceas são plantas cultivadas para diversos fins, como alimentares, aromáticas, medicinais e ornamentais, além de servirem como matéria prima para produção de diferentes produtos, como no preparo de doces em calda ou pasta, pratos salgados e ensopados (ROMANO et al., 2008; RESENDE et al., 2013). Na região Nordeste o cultivo de jerimum caboclo é, na grande maioria dos casos, realizado em cultivo não irrigado e, em algumas áreas é cultivado em associação com outras culturas como; coco, banana, citrus, ou até mesmo com outra espécie de abóbora *C. moenchii* (RAMOS et al., 2011).

A abóbora e o jerimum caboclo, são plantas que possuem um porte herbáceo rastejante, com caule de coloração verde escura e com presença de gavinhas que auxiliam na sustentação da planta, as folhas são grandes, simples, alternadas, com nervuras palminervéas, e as flores são monoicas com maior presença de flores masculinas em relação às femininas, em geral tanto o jerimum como a abóbora, se faz necessário a presença de insetos para maior eficiência de polinização das flores, a produção de fruto varia de 3 a 8 meses dependendo da região (ROMANO et al., 2008; BIESIADA et al., 2009; RAMOS et al., 2010).

As cucurbitáceas, exceto nas épocas mais frias, podem ser cultivadas durante o ano todo, mas; o cultivo não irrigado deve ser realizado de acordo com o regime pluviométrico da região. No agreste nordestino a época de cultivo está entre os meses de abril a junho, mas pode se estender até os meses de agosto e setembro (RAMOS et al., 2010).

2.2. Adubação na agricultura

As adubações em dosagens deficientes, dos nutrientes essenciais às culturas, repercutem diretamente na perda de produtividade e na qualidade do produto colhido. Essas inconveniências, na maioria dos casos, são devidas à falta de conhecimento das condições químicas, físicas e biológicas do solo (FONTES et al., 2014). A inadequada aplicação ou mistura de nutrientes minerais no solo, resulta no desbalanceamento da disponibilidade e no decréscimo da fertilidade do solo e, com efeito, na produtividade (AHANGER et al., 2015). Neste contexto, a adubação se destaca entre as principais práticas agrícolas como meta para a correção de deficiências nutricionais do solo com consequentes efeitos positivos no

crescimento das plantas e produtividade das culturas, bem como na qualidade do fruto (MARTINETTI & PAGANINI, 2006; FERNANDES et al., 2015).

O nutrição mineral das plantas envolve a compreensão de diversos processos relacionados aos nutrientes, tanto pela dosagem exigida pela cultura, como pela disponibilidade do elemento no solo, interação entre as raízes e organismos do solo na absorção e transporte dos nutrientes, distribuição, assimilação, acúmulo, remobilização e utilização por parte da planta, em geral as plantas apresentam em torno de 5 % de nutrientes minerais na massa da matéria seca (TEMÓTEO, et al., 2010; FONTES, 2014).

Os nutrientes minerais, dentre eles N e K, são bastante requeridos durante a formação dos cloroplastos, síntese de proteínas, membranas tilacoides e pigmentos de clorofila, onde 75 % do nitrogênio orgânico está alocado nos cloroplastos e constituintes das enzimas protéicas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Em plantas deficientes em ambos ou em qualquer um dos dois, em geral ocorrem perda de produtividade e qualidade do fruto, como no caso do nitrogênio (EPSTEIN & BLOOM, 2006; MARSCHNER, 2012; VALKAMA et al., 2013).

A utilização de fertilizante minerais pelos pequenos produtores, apresentar algumas dificuldades como falta de conhecimento, quanto as fontes de nutriente, dosagem e modo de aplicação, que reflete no manejo ineficiente dos adubos, ocasionado, num maior custo de produção, diminuição da produtividade e contaminação dos recursos naturais (SILVA et al., 2014; RODRIGUES et al., 2015)

O jerimum caboclo, a exemplo das plantas hortícolas em geral, requer adequado fornecimento de nutriente em todas as fases do ciclo da planta, que se reflete em altas produtividade; nesse sentido, um eventual desequilíbrio nutricional por carência ou excesso, pode resultar em efeitos negativos na produtividade e qualidade do fruto. uma vez que os nutrientes desempenham várias funções como regulação osmótica, permeabilidade celular, componentes metabólicos (KULCHESKI, et al., 2015; ARAUJO et al., 2012; RECH et al., 2006). O cultivo de moranga e abóbora apresenta rápido crescimento, entretanto os produtores geralmente observam perda de vigor das plantas, problema que pode ser minimizado com aplicação de fertilizantes minerais (ALEKAR et al., 2015).

2.3. Nitrogênio no solo e na planta

O nitrogênio no solo está disponível na forma de amônio, nitrato, peptídeos e aminoácidos, quanto ao seu uso pela planta envolve várias etapas, como absorção,

assimilação, translocação e a remobilização (FERNANDEZ, 2006; DAUBRESSE et al., 2010).

O nitrogênio é o único nutriente mineral que pode ser absorvido na forma de nitrato NO_3^- e amônio NH_4^+ , essa absorção pode ser afetada por fatores ambientais ou da cultura, como pH, temperatura, estado do N na planta, lixiviação do nitrato e volatilização da ureia (PESSARAKLI, 2002). O ciclo do nitrogênio no sistema solo-planta ainda é bastante complexo, tendo em vista que o N tem uma grande versatilidade de reação de oxirredução, presente em diferentes níveis de oxidação (NOVAIS et al., 2007).

Dentre os fertilizantes nitrogenados, a ureia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) 45 % de N, solúvel em água, quando aplicada no solo transforma-se em amônio (NH_4^+), ou também em nitrato (NO_3^-) por meio das bactérias nitrificantes (MALAVOLTA et al., 2002). O crescimento da planta em reposta ao uso de ureia é bastante variável, uma vez que cada espécie vegetal requer dosagem diferente, contudo apresentam crescimento superiores ao de planta adubada com nitrato (PRADHAN et al., 2009; SILVA et al., 2014).

O nitrogênio é um elemento constituinte de várias moléculas e substâncias é composto integrante de substâncias orgânicas, como aminoácidos e ácidos nucleicos (DNA e RNA), juntamente com o magnésio e constituinte da clorofila estando também envolvido em diversos processos fisiológicos necessários para planta manter seu ciclo vital, como absorção de água e nutrientes, realização de fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular, alterando também a relação a fonte e dreno, além influenciar na distribuição de fotoassimilados nos órgãos vegetativos e reprodutivos (PORTO et al., 2014; COSTA et al., 2015).

Ao ser absorvido pelas raízes, o nitrogênio é translocado por via transpiratória, pelos vasos xilemáticos até a parte aérea de onde é redistribuído na forma de aminoácido via vasos floemáticos (COSTA et al., 2015). O principal sintoma de deficiência de nitrogênio é a redução do crescimento da planta, apresentando-se na maioria das espécies o amarelecimento das folhas (clorose), com maior incidência nas folhas mais velhas, em caso contrário numa condição de excesso no solo, as plantas apresentam um grande crescimento vegetativo, além de ter uma pequena produção de frutos no caso de plantas frutíferas (MALAVOLTA et al., 2002; TAIZ & ZEIGER, 2013).

As reações que promovem a conversão do amônio em aminoácidos ou amidas constituem a principal via de assimilação, formando o ácido glutâmico, sendo o primeiro composto orgânico com nitrogênio na sua constituição, podendo ser sintetizado no cloroplasto

ou mitocôndria, sendo que níveis de açúcares solúveis, totais e aminoácidos nas folhas, são importantes indicadores do metabolismo do nitrogênio e do carbono (HONG-BIAO, et al., 2008; BARKER & PILBEAM, 2006).

A aplicação de nitrogênio desempenha relevante função para o aumento de produtividade, mas a dose economicamente viável pode em função da cultivar, forma de manejo, fonte e condições edafoclimáticas (PORTO et al., 2012). O nitrogênio promove sinergismo a absorção de outros elementos como os micronutrientes Cu, Fe e Mn (SABREEN et al., 2015).

O incremento de nitrogênio promoveu o aumento do teor de vitamina C, açúcares redutores e totais, carotenoides e sólidos solúveis em frutos de abóboras (BIESIADA, et al., 2009). Entretanto, a aplicação de dosagens elevadas de nitrogênio no solo, em geral, pode acarretar toxicidade às plantas, ocasionando acúmulo de nitrato e amônio nas folhas e frutos. A toxicidade por amônio provoca mudança no mecanismo fisiológico, envolvendo a excreção de grande quantidade de aminoácidos (REICHARD, 2002).

2.4. Potássio no solo e na planta

O potássio no solo apresenta-se nas formas trocável, não trocável e solúvel e é um elemento que auxilia no equilíbrio dinâmico, de maneira que uma eventual alteração nos teores de K na solução do solo, provindo da adubação, absorção e perda por de lixiviação pode resultar na alteração dos teores das diversas formas de K existente no solo (MEDEIROS et al., 2014). A absorção de potássio pelas raízes, ocorre por fluxo de massa, difusão e por interceptação radicular que representa 5 % da absorção do potássio (NOVAIS et al., 2007).

Particularmente na produção de hortaliças, apesar de em geral utilizarem-se elevadas dosagens de potássio, o manejo de adubação nem sempre adequado pode resultar em desbalanço do nutriente no solo (FONTES et al., 2014). Outra inconveniência de doses excessivas é a elevação do teor de sais, resultante dos altos teores de Cl^- contido no de cloreto de potássio promovendo diminuição da produtividade (ARAUJO et al., 2012). Associado a isso, doses elevadas de potássio podem causar a lixiviação de outros cátions como cálcio e magnésio (NOVAIS et al., 2007).

O potássio exerce diversas funções fisiológicas nas plantas; como controle da turgidez nas células, regulação da abertura e fechamento estomático, translocação de carboidratos,

ativação de mais de 80 enzimas diferentes que são responsáveis por diversos processos metabólicos energéticos, como síntese de amido, processo de redução do nitrato, fotossíntese, bem como no metabolismo dos açúcares nas plantas (COSTA et al., 2015; BRADY & WEIL, 2013).

Alto teor de potássio no solo promove redução na absorção de outros nutrientes como, Ca^{2+} , Mg^{2+} e NH_4^+ pelo mesmo sítio de absorção na membrana plasmática (NOVAIS et al., 2007). Araujo et al. (2012) observaram a redução de cálcio e magnésio em função de doses crescente de potássio em plantas de abóbora. Além disso o potássio tem papel importante no crescimento e metabolismo em plantas que são submetidas ao estresse abióticos, garantindo assim, longevidade da mesma (WANG et al., 2013). Plantas com teores adequados de potássio apresentam maior resistência a pragas, a seca, e ao frio (MALAVOLTA et al., 2002).

2.5. Relação clorofila e fluorescência

A clorofila exerce papel fundamental no processo de fotossíntese, sendo o pigmento mais importante do aparelho fotossintético, responsável pela absorção da energia provinda da radiação solar (HAUENSTEIN et al., 2016). São moléculas constituídas por um anel porfirina ligado a um hidrocarboneto de 20 carbonos (KERBAUY, 2013). A clorofila promove a absorção de fótons que intensifica a excitação de elétrons, ativando convecção e transferência de energia. Esta por sua vez ocorre pelo processo de ressonância de fluorescência, promovendo a dissipação da energia elétrica excitada contida na clorofila para as moléculas de centro de reação, tornando assim disponível para o mecanismo de transporte de elétrons no fotossistema I (700 nm) e fotossistema II (680 nm) (TAIZ & ZEIGER, 2003).

A intensidade da radiação bem como a concentração de clorofila, são fatores importantes na capacidade de absorção da radiação. Em condições de alta radiação as plantas demonstram uma perda de eficiência, devido ao rápido alcance do ponto de saturação a radiação, diferentemente das folhas que estão sobre baixa intensidade de luz, que tem maior ganho compensatória da redução do ganho de carbono (LARCHER, 2006). Esse excesso de radiação acarretar em efeitos deletérios no sistema fotossintético da planta. A exposição das folhas a uma intensidade de luz superior a sua capacidade de utilização, provocar inativação do centro de reação fotossistema II, resultando na fotoinibição dinâmica ou crônica (TAIZ & ZEIGER, 2013). Se o excesso de energia não for dissipado de forma eficaz pode, ocasionar

geração de espécies de substâncias reativas de oxigênio (ROS) provocando efeitos deletérios no aparelho fotossintético, acelerando o processo de senescência (KUMAGAI et al., 2009 b).

A fluorescência consiste no processo de liberação da energia excitado pela clorofila, em condições de estresse ou alta intensidade de luz, esse processo situa-se na região vermelha do espectro eletromagnético, onde a clorofila reemite um fóton, retornando ao seu estado inicial, não ocorrendo assim a transferência de energia para o sistema fotossintético (KERBAUY, 2013; TAIZ & ZEIGER, 2013). Essa emissão de fótons ocorre em nano segundos após absorção da luz, onde a fotossíntese e a fluorescência clorofiliana competem pela mesma energia (PORCA-CASTELL et al., 2014). Sendo que no Brasil em certas partes do ano é observando valores que vão de intermediário a elevada atividade da fluorescência máxima da clorofila, de acordo com a seguinte figura;

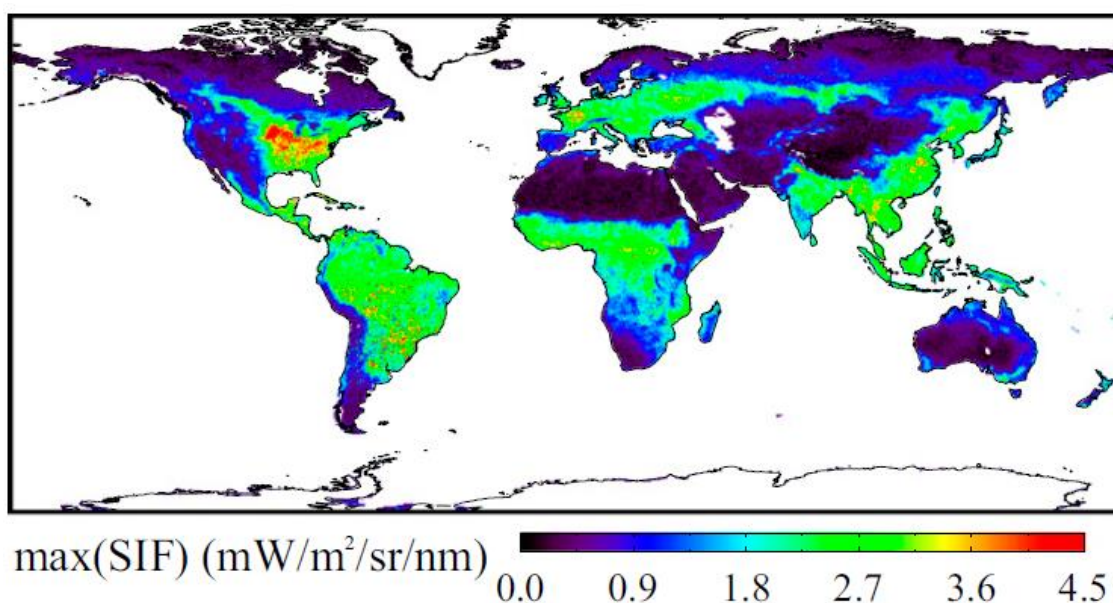


Figura 1. Mapa global da fluorescência máxima mensal da clorofila induzida pelo sol, detectados no mês de julho. Adaptado de Guanter et al. (2014).

O suprimento de nutriente pode se tornar uma forma de aumenta os teores de clorofila nas folhas, intensificando assim a capacidade de absorção e eficiência, além da formação de outras substâncias que compõem o sistema de fotoproteção. O acúmulo de antocianinas, carotenoides, flavonoides nas estruturas das células e tecidos especializados, diminui o efeito da alta radiação, fracionando em partes por meio de fotossensibilizadores, reduzindo os danos causados pela alta intensidade de luz (MERZLYAK et al., 2008).

2.6. Trocas gasosas e fotossíntese

As trocas gasosas estabelecem uma relação com o metabolismo do carbono no interior da célula, acontecendo em diferentes processos fisiológicos, como fotossíntese que ocorre a fixação do CO₂ e liberação do O₂, na transpiração que ocorre durante a noite, a planta consome o O₂ e libera o CO₂ (LARCHER, 2006). Ambos os processos possuem relação entre si por meio da atividade dos estômatos, onde ao mesmo tempo que a difusão da água encontra dificuldades, o estômato também promove uma barreira para aquisição do CO₂ atmosférico (PONTES, 2014). Em plantas C4 a concentração de CO₂ no espaço intercelulares nas folhas, permite que planta mantenha altas taxas de fotossíntese, exigindo menores taxas de condutância estomática, aumentando assim a eficiência na absorção e uso da água e nitrogênio (TAIZ & ZEIGER, 2013).

A capacidade fotossintética é influenciada por vários fatores ambientais, como irradiação, temperatura, umidade e condições de disponibilidade de nitrogênio (KUMAGAI et al., 2009 a). A disponibilidade de nutrientes minerais em destaque o nitrogênio também influencia nessa capacidade fotossintética. A deficiência de nitrogênio, induz no declínio acentuado da assimilação de CO₂, diminuição da capacidade de absorção de luz e na atividade fotossintética no fotossistema II (KUMAGAI et al., 2009 b).

Parâmetros como crescimento e produtividade das plantas também são realizados, tomando como base a atividade fotossintética, uma vez que são quantificados tendo como princípio o acúmulo de massa seca, mas também dependentes do processo de respiração, sendo que de 20 a 40 % de toda forma de energia produzida pela planta é consumida pela respiração, uma vez que ocorre fornecimento de substratos para todos os processos bioquímicos existentes, como respiração de manutenção e crescimento (KERBAUY, 2013).

2.7. Efeito da nutrição mineral na produtividade e qualidade dos frutos

A qualidade do fruto está diretamente relacionada com os fatores nutricionais, destacando-se a influência potássio, nitrogênio e fósforo (SOUZA et al., 2016). Para o crescimento ideal da planta, é requerido de 2 a 5% de potássio no peso seco das partes vegetativas como frutos carnosos e tubérculos (MARSCHNER, 2012). Entretanto não se tem obtido elevadas repostas à adubação potássica, uma vez que a maioria dos solos Brasileiros

apresentam teores de potássio próximos ao adequado para cada cultura (FERNANDES, 2006).

A adubação potássica e nitrogenada influenciou a acidez titulável, além de promover o aumento na produção do melão cataloupe (SILVA et al., 2014). A aplicação de nitrogênio mineral em teores adequados, assegura maior valor nutricional em abóboras, com aumento no teor de vitamina C, sólidos solúveis, açúcares redutores e carotenoides (BIESIADA, et al., 2013). Vários países vêm realizando programas de biofortificação dos alimentos, com objetivo de solucionar problemas de deficiências nutricionais, sendo uma atividade de baixo custo relacionada a sustentabilidade alimentar (GONÇALVES et al., 2015; NUTTI et al., 2006).

A biofortificação envolve o aumento de nutrientes e vitaminas, que desempenham funções importantes no sistema imunológico do corpo humano. O ferro e o zinco na dieta humana acarretam em redução no risco de anemia, o zinco participa na ação de mais 300 enzimas do sistema imunológico, a vitamina A é necessária para um adequado funcionamento do sistema imune, em caso de deficiência pode provocar cegueira em crianças (MORAES et al., 2009; NUTTI et al., 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido no Sítio Macaquinhos, Remígio - PB. O município está inserido na Microrregião do Curimatáu Ocidental Paraibano, situado pelos pontos de coordenadas geográficas 70° 00' 15" de latitude sul, 35°47' 55" de longitude a oeste do Meridiano de Greenwich, a uma altitude de 562 m (INTERPA 2008).

O clima do município é do tipo As' pela classificação de Köppen (BRASIL, 1972), que significa quente e seco; a precipitação média histórica do município é inferior a 1000 mm anuais com as chuvas concentradas no período de março a agosto. Durante a realização das atividades de campo os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar, no intervalo de abril á agosto de 2017. Estão apresentados na figura 3.

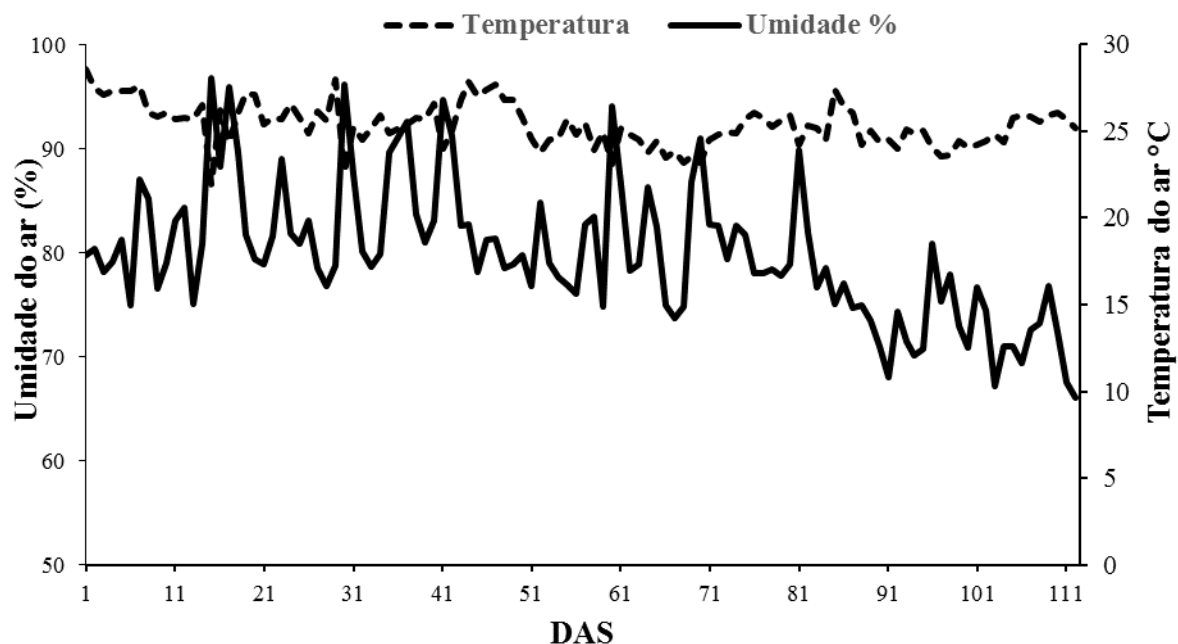


Figura 2. Valores médios diários de temperatura (----) e de umidade relativa do ar (—), dias após semeadura (DAS) do jerimum caboclo no sitio macaquinho localizado no município de Remígio, Paraíba.

De acordo com os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013), o solo da área experimental foi classificado como Neossolo Regolítico distrófico que possui os atributos físicos (Tabela 1) e químicos na camada de 0-20 cm (Tabela 2), determinados empregando as metodologias contidas em Donagema et al. (2011). O caráter eutrófico, com mais de 90% da percentagem de saturação por bases trocáveis (V) é resposta do solo ter sido cultivado anteriormente com melanciaira (*Citrullus lanatus*) e batateira doce (*Ipomea batatas*), variedade granfina.

Tabela 1. Caracterização física do solo da área experimental no sítio macaquinho no município de Remígio - PB.

Física													
Amostra	Areia		Silte	Argila	Argila dispersa	Grau de floculação	Densidade do solo	Densidade de partícula	Porosidade total	Umidade (Mpa)			Água disponível
	Grossa 2-0,2 mm	Fina 0,2-0,05 mm-	0,5 -0,002 mm	>0,002 - mm-						0,01	0,33	1,5	
cm	-----g/kg-----				---g/kg---	---g/kg---	---g/cm³---	---g/cm³---	---m³/m³---	-----g/kg-----			---g/kg---
0-20	544	282,5	90,5	83	19	771,5	1,58	2,64	0,40	65,78	47,36	24,27	-----

Amostra Cm	Classe textural
0-20	Areia Franca

Tabela 2. Caracterização química do solo da área experimental no sítio macaquinho no município de Remígio - PB.

Solo	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	MOS
-----	H ₂ O	----mg dm ⁻³ ----				-----cmol _c dm ⁻³ -----					--%--	-g kg ⁻¹ -
(0 -20 cm)	6,44	129,11	71,46	0,28	0,33	0	2,22	1,75	4,43	4,76	93,01	10,92

SB = Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; V = Saturação por bases trocáveis (SB/CTC)100; MOS = Matéria orgânica do solo.

3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados e os nove tratamentos, relativos as doses de ureia e de cloreto de potássio, oriundos da matriz central de box, em três repetições com seis plantas por parcela, totalizando 162 plantas, de jerimum caboclo (*Curcubita maxima*).

Tabela 2. Organização dos tratamentos e suas respectivas doses de N e K₂O, na forma de ureia e cloreto de potássio.

Tratamento	Níveis		Doses		Doses (g por planta)			
	N	K ₂ O	(kg ha ⁻¹)		N	K ₂ O	Ureia	KCl
			N	K ₂ O				
1	1	1	154	77	61,6	30,8	136,89	51,33
2	1	-1	154	13	61,6	5,2	136,89	8,67
3	-1	1	26	77	10,4	30,8	23,11	51,33
4	-1	-1	26	13	10,4	5,2	23,11	8,67
5	α	0	180	45	72,0	18,0	160,00	30,00
6	-α	0	0	45	0,0	18,0	0,00	30,00
7	0	A	90	90	36,0	36,0	80,00	60,00
8	0	-α	90	0	36,0	0,0	80,00	0,00
9	0	0	90	45	36,0	18,0	80,00	30,00

Numero de tratamento = 2^K+2k+1 (K= n° de tratamento).; α = √2

3.3. Preparação da área, plantio e condução do experimento

A área foi capinada manualmente e as covas foram abertas nas dimensões de 0,2 m x 0,2 m x 0,2 m, espaçadas de 2 m entre linhas e 2 m entre plantas. Ao considerar o teor de cálcio médio $2,22 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Tabela 1), as covas foram preparadas no dia 10 de abril, com aplicação de 100 g de calcário calcítico, com teor médio de CaO de 55% e MgO de 5% (80 % PRNT) juntamente com 1 L de esterco bovino que possui a composição indicada na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização do esterco bovino utilizado no preparo das covas

Solo	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	MOS
-----	H ₂ O	---mg dm ⁻³ ---	-----	-----	-----	cmol _c dm ⁻³ -----	-----	-----	-----	-----	--%--	-g kg ⁻¹ -
E. B	8,64	36,11	7892,3	3,86	0,00	0	5,44	4,5	-	-	-	591,68

SB = Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; V = Saturação por bases trocáveis (SB/CTC)100; MOS = Matéria orgânica do solo.

A semeadura foi realizada no dia 25 de abril, onde constou de três sementes de jerimum caboclo em cada cova efetuando-se o desbaste aos 15 dias após a emergência mantendo-se a planta mais vigorosa. As bordaduras foram constituídas por plantas de abóbora (*Cucubita mochoata*) em todo o perímetro do experimento, com objetivo facilitar a polinização.

A irrigação foi realizada diariamente, desde o preparo das covas para a solubilização do calcário, pelo método localizado usando fita gotejadora, com vazão de $7,5 \text{ L h}^{-1} \text{ m}^{-1}$ e os emissores distribuídos a cada 20 cm, funcionando numa pressão de serviço de 10 m. c. a. A demanda hídrica da cultura foi estimada pela evapotranspiração da cultura (ET_c), utilizando o valor do coeficiente do tanque classe “A” (kp) 0,75 de acordo com nas sugestões relatada por Braga & Calgaro. (2010). O coeficiente da cultura (kc) foi estimado com base no coeficiente 0, 65; 1,05; e 0,70 (1º; 2º ao 4º; > a 4º mês) correspondente ao da cultura melancia/abóbora de acordo com a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA. 2011).



Figura 3. Distribuição do sistema de irrigação com fita gotejadora em cada parcela do experimento. Remígio, 2016.

Após avaliação do pH do solo (Tabela 1), com valor de 6,5. O fósforo foi aplicado numa única dosagem em fundação de 66,8 g superfosfato simples (18% de P_2O_5 , 16% Ca^{2+} , 12% S), juntamente com 20% das doses de nitrogênio (Ureia - 45% N) e potássio (62% K_2O) por cova. O restante da fertilização com N e K em cobertura foi fornecido em duas aplicações iguais de 40% de ambos os fertilizantes, aos 20 e 40 DAS, de acordo com Trani et al. (2014). O controle de pragas e doenças, com fungicida e inseticida, foi feito conforme a necessidade.



Figura 4. Adubação de fundação com NPK nas covas, Remígio, 2016.

3.4. Variáveis Avaliadas

3.4.1. Fertilidade do solo após a colheita

Ao final do experimento amostras simples de solo, na camada de 0 - 20 cm, no sentido leste e oeste do caule das quatro plantas centrais foram coletadas e transformadas numa amostra composta por tratamento, para avaliação da fertilidade empregando as metodologias contidas em Donagema et al. (2011) e Embrapa (2011). Foram avaliados os seguintes parâmetros teores de pH, P, K⁺, Na⁺, (Al⁺³ + H⁺), Al⁺³, Ca⁺² Mg⁺², SB, CTC, V%, Matéria orgânica.

3.4.2. Na planta

Aos 40 dias após a semeadura (DAS) nas duas plantas centrais de cada tratamento foram realizadas as avaliações seguintes.

3.4.2.1. Diâmetro do caule

O diâmetro do caule nas quatro plantas centrais de cada parcela foi obtido com paquímetro digital 0-150MM em aço inox, medindo abaixo da primeira folha cotiledonar (a 2 cm do nível do solo).

3.4.2.2. Índices foliares de clorofila *a*, *b* e total

A determinação dos índices de clorofila *a*, *b* e total obtidos pelo método não destrutivo, realizado no período de floração na sétima ou sexta folha do ramo principal de acordo com a metodologia descrita por Ramos et al. (2010). No horário compreendido entre 08H30 e 10H30 com equipamento ClorofiLOG®, modelo CFL 1030, sendo medidos em duas folhas de cada planta, com três leituras uma no início, parte mediana e parte final de cada folha usando o valor médio, metodologia descrita por El-Hendawy et al. (2005).



Figura 5. Realização da leitura dos índices de clorofila *a*, *b* e *total* em plantas de jerimum caboclo. Remígio, 2016.

3.4.2.3. Fluorescência inicial, máxima e variável da clorofila *a*

Leituras de emissão de fluorescência foi realizada nas mesmas folhas utilizadas para obtenção dos índices de clorofila e fotossíntese líquida, no mesmo horário de determinação das demais variáveis fisiológicas das plantas. Para isso foi utilizado um fluorômetro modelo Plant Efficiency Analyser- PEA II. Foi isolado uma área da folha de adaptação ao escuro por período de 30 minutos, usando as pinças do próprio fluorômetro. Sendo analisado os parâmetros de fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_w), fluorescência variável (F_v), relação F_v/F_0 e o rendimento quântico potencial (F_v/F_w) conforme a metodologia adotada por Maxwell & Johnson (2000).



Figura 6. Pinças de adaptação da área ao escuro (A); medição da emissão de fluorescência com o fluorômetro (B) nas folhas. Remígio, 2016.

3.4.2.4. Condutância estomática (gs), transpiração (E), fotossíntese líquida (A), concentração interna de carbono (Ci), eficiência no uso da água (EUA), eficiência instantânea de carboxilação (EiC).

A condutância estomática ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), fotossíntese líquida ($\mu\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de carbono ($\mu\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foram avaliadas a sétima ou sexta folha do ramo principal de acordo com a metodologia descrita por Ramos et al. (2010), no período de floração das plantas, no horário compreendido entre 08H30 e 10H30, avaliando a sétima folha do ramo principal da planta com a contagem a parti do ápice. O equipamento utilizado foi o analisador de gás carbônico portátil a infravermelho (IRGA), modelo LCPRO⁺ PortablePhotosynthesis System® (ADC BioScientificLimgted, UK) na temperatura ajustada para 25 °C, na onda de irradiação de 1400 $\mu\text{mol fôtons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.



Figura 7. Avaliação da condutância estomática (gs), transpiração (E), fotossíntese líquida (A), concentração interna de carbono (Ci) em planta de jerimum caboclo com adubação nitrogenada e potássica. Remígio, 2016.

3.4.2.5. Componentes de produção e produtividade

A parti dos 85 dias foi realizada a colheita efetuando a contagem, número e massa de frutos, produção por planta e produtividade.

3.4.3. No fruto

Após a colheita, os frutos foram acondicionados em caixa de polietileno e levados para o Laboratório de Tecnologia em Produtos Agropecuário da Universidade Federal da Paraíba. Os frutos foram lavados em agua corrente e com solução limpadora com 100 mg L⁻¹ de hipoclorito de sódio durante 5 minutos para avaliações físico-químicas.

3.4.3.1. Massa do fruto, percentagem casca (%), percentagem semente (%) e rendimento em Polpa (%).

A massa do fruto foi medida em balança semianalítica, em seguida foram retiradas a casca e sementes, para medição individual das massas de ambas as partes para obtenção dos percentuais de semente, casca e rendimento em polpa utilizando o software Excel[®] versão office 365.

3.4.3.2. Comprimento e diâmetro do fruto

O comprimento foi medido com uma régua graduada e o diâmetro mediano com paquímetro digital, comprimento medido no eixo longitudinal e diâmetro medido no eixo transversal.

3.4.3.3. Teor de vitamina C

O teor de ácido ascórbico (vitamina C) foi determinado por titulometria de solução de DFI (2,6 diclo-fenolindofenol) em 5 g do fruto, diluído em 50 mL de ácido oxálico a 0,5 % conforme metodologia de Strohecker & Henning (1967).

3.4.3.4. Acidez titulável

A obtenção dessa variável foi feita em 5 g da massa de fruto diluída em 50 mL de água destilada e titulação com solução de NaOH 0,1 M, usando o indicador fenolftaleína, para obtenção de uma coloração rósea claro permanente empregando a metodologia proposta por AOAC (1970).

3.4.3.5. Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi obtido em leitura direta em refratômetro digital modelo HI96801(Hanna instrumento®), expressos em °Brix, enquanto as leituras do teor de caroteno foi realizada em espectrofotômetro modelo QT08D (Quimis ®).

3.4.3.6. Umidade do fruto

A umidade foi obtida pelo método gravimétrico em estufa, na temperatura de 105 °C, por 24 horas ou até obter massa constante, conforme a metodologia do Instituto Agrônomo de Campinas IAC (2008).

3.4.3.7. Açúcares redutores (glicose)

Amostras de 5 g do fruto, diluídas em 50 mL de água destilada mantidas em banho maria a 60 °C por 10 minutos, em seguida foi adicionado 2 mL de acetato de zinco e 1 g de carbonato de sódio, completou-se para 100 mL, realizando em seguida a filtragem e a titulação da amostra usando pipeta de 10 mL na solução de fehling, que consistiu em 5 mL da solução A, 5 mL da solução B e 40 mL de água destilada. A titulação foi realizada no momento que a solução de fehling estava em ebulição, aquecida por uma chapa térmica, até que a solução passe de azul escuro a incolor, todas as etapas foram realizadas de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.4.3.8. Açúcares não redutores (sacarose)

Amostras de 5 g da massa do fruto foram transferidas para Erlenmeyer de 100 mL, diluindo em 50 mL de água destilada e 4 mL de ácido clorídrico HCl padrão, colocado em frascos Erlenmeyer de 200 mL, que ficaram emergidos em banho maria a 60 °C por 30 minutos, logo depois adicionou 4 mL de hidróxido de sódio a 40 % para neutralização do HCl, completou-se para 100 mL, realizando a filtragem e a titulação da amostra com auxílio

de pipetas de 10 mL na solução de fehling, que consistiu em 5 ml da solução A, 5 mL da solução B e 40 mL de água destilada.

A titulação foi realizada no momento que a solução de fehling estava em ponto de ebulição, sendo aquecida por uma chapa térmica, até que a solução passe de azul escuro a incolor (ADOLFO LUTZ,2008).

3.4.3.9. Amido

A amostra de 5 g da massa homogeneizada do fruto, foi colocado no frasco Erlenmeyer de 200 mL, diluindo em 50 ml de água destilada e 10 mL de ácido clorídrico HCl padrão. A amostra foi colocada em banho maria a 60 °C por 2 horas, depois foi adicionado 4 ml de hidróxido de sódio a 40 % para neutralização do HCl, completou-se para 200 mL com água destilada, realizando a filtragem e a titulação da amostra com auxílio de pipetas de 10 mL na solução de fehling, que consistiu em 5 ml da solução A, 5 ml da solução B e 40 mL de água destilada.

A titulação foi realizada no momento que a solução de fehling estava em ponto de ebulição, sendo aquecida por uma chapa térmica, até que a solução passe de azul escuro a incolor, todas as etapas foram realizadas de acordo com as normas do instituto Adolfo Lutz (2008). Os valores foram expressos em % de amido.

3.5. Avaliação estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste “F” e as médias relativas às doses de N e K por regressão usando o software SAS® versão 9.3 (SAS®, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Fertilidade do solo

A interação potássio x nitrogênio não interferiu nos parâmetros de fertilidade solo (Tabela 5). A adição de potássio influenciou nos teores de fósforo (P), soma de bases trocáveis (SB), e matéria orgânica do solo de forma linear ($p \leq 5\%$); e de potássio (K^+), cálcio (Ca^{+2}) e capacidade de troca catiônica (CTC) de maneira quadrática ($p \leq 1\%$) na camada do solo de 0-20 cm. O nitrogênio exerceu efeito significativo na capacidade de troca catiônica (CTC) de forma linear e quadrática aos níveis de significância de ($p \leq 1\%$) e ($p \leq 5\%$), respectivamente, influenciando também na soma de base (SB) de forma linear ($p \leq 1\%$), pelo teste F.

Tabela 5. Resumo das análises de variância e regressão, referentes ao potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), hidrogênio + alumínio ($H^+ + Al^{3+}$), soma de base (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por base (V %) e matéria orgânica do solo cultivado com jerimum caboclo, adubado com potássio e nitrogênio em diferentes doses.

QUADRADO MÉDIO											
FV	GL	pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	CTC	V %
Bloco	2	0,082 ^{ns}	3680,049*	0,0338 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,184 ^{ns}	20,882 ^{ns}
Tratamento	8	0,446 ^{ns}	1595,327 ^{ns}	0,143*	0,005 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,010*	1,855**	48,754 ^{ns}
Resíduo	16	0,520	907,430	0,0378	0,002	0,002	0,001	0,001 ^{ns}	0,821	0,846	66,400
REGRESSÃO											
N _L	1	0,382 ^{ns}	2248,550 ^{ns}	0,079 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,018*	3,720**	1,338 ^{ns}
N _Q	1	1,594 ^{ns}	0,089 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,005 ^{ns}	3,353**	66,479 ^{ns}
K _L	1	0,033 ^{ns}	5352,512*	0,0537**	0,007 ^{ns}	0,019**	0,001 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,022*	3,524**	20,369 ^{ns}
K _Q	1	0,039 ^{ns}	245,016 ^{ns}	0,030 ^{ns}	0,023*	0,004 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,300 ^{ns}	102,09 ^{ns}
N _L x K _L	1	0,114 ^{ns}	20,847 ^{ns}	0,058 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,557 ^{ns}	1,850 ^{ns}
Media		6,467	152,64	2,639	0,130	1,16	0,25	0,00	3,06	4,855	59,645
CV (%)		11,151	19,730	7,376	40,750	14,234	40,500	8,75	9,991	9,456	13,661

ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1% pelo teste F respectivamente; GL= grau de liberdade; CV (%)= coeficiente de variação; L ou Q = regressão linear ou regressão quadrática; SB = Soma de bases ($Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+$); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + ($H^+ + Al^{3+}$); V = Saturação por bases trocáveis (SB/CTC)100; MOS = Matéria orgânica do solo.

4.1.1. pH do Solo

De acordo com a Figura 8A, os valores de pH em função do nitrogênio não se ajustaram a nenhum modelo estatístico, apresentado um valor médio de 6,47 resultando em uma pequena variação com relação ao valor inicial que foi de 6,44. Esse resultado difere do encontrado por Ferreira Neto et al. (2014) avaliando a fertirrigação no coqueiro anão (*Cocos nucifera* L.) relataram um decréscimo de 5,5% em função da dose de nitrogênio. O incremento de potássio (K_2O) do solo não alterou o potencial hidrogênio (Figura 13B). O cloreto de potássio (KCl) é um adubo com característica neutra, não liberando H^+ e nem OH^- , sendo um adubo com elevado índice salino (ALACARDE, 2007). Cultivo de abóbora e jerimum é indicado para solos com pH com valores de 5,5 a 6,8 (AMARO et al., 2014).

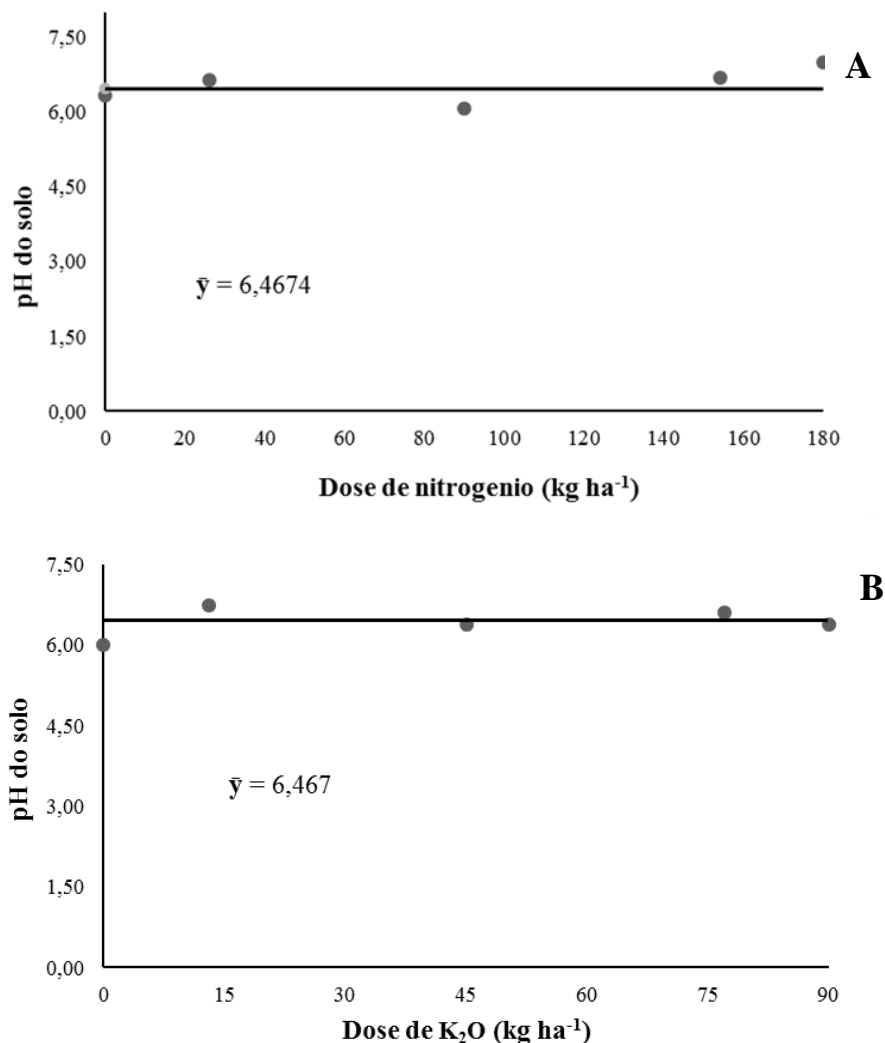


Figura 8. Valor do potencial hidrogênio (pH) no solo cultivado com jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio (A) e potássio (B).

4.1.2. Teor de potássio e cálcio no solo

O aumento linear dos teores de potássio no solo (Figura 9), possivelmente são respostas da aplicação do nutriente pelas adubações com cloreto de potássio, apresentando o maior valor de $749,58 \text{ mg dm}^{-3}$ referente a dose 90 kg ha^{-1} , expressando um aumento superior a 82,0 % em comparação ao teor inicial $71,46 \text{ mg dm}^{-3}$ (Tabela 1). Situação semelhante foi observado por Araújo et al. (2012) após avaliarem os efeitos da adubação potássica em cobertura em híbrido de abóbora Mirian (*Cucurbita mochata*) e constatarem um aumento de 0,13 para $0,62 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K_2O , correspondente a um incremento percentual de 370%. Essas informações estão de acordo com Araújo et al. (2013) ao registrarem incremento de $1,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K no solo para cada 100 kg ha^{-1} de K_2O fornecido na adubação em cobertura no cultivo da abobrinha italiana (*Cucurbita pepo*). Essa elevação no teor K no solo possibilita uma maior absorção pela planta, consequentemente apresentando maior acúmulo de potássio na biomassa, visto que, altas concentração de potássio no solo promove aumento da absorção pelas plantas (ARAÚJO et al., 2012). Como observado na matéria seca de rabanete por Coutinho Neto et al. (2012). Temóteo et al. (2010) também observaram o aumento da fitomassa a partir de doses de nitrogênio e potássio em melão pele de sapo (*Cucumis melo L.*).

Além disso, solos com alto teor de K na forma trocável, possibilitam a manutenção de um elevado gradiente de concentração, permitindo maior fluxo do K para as raízes das plantas (FERNANDES, 2006). Contudo, concentrações excessivas de potássio, pode provocar a desidratação nas células, bem como o rompimento das membranas celulares com elevada concentração (KEUBARY, 2013).

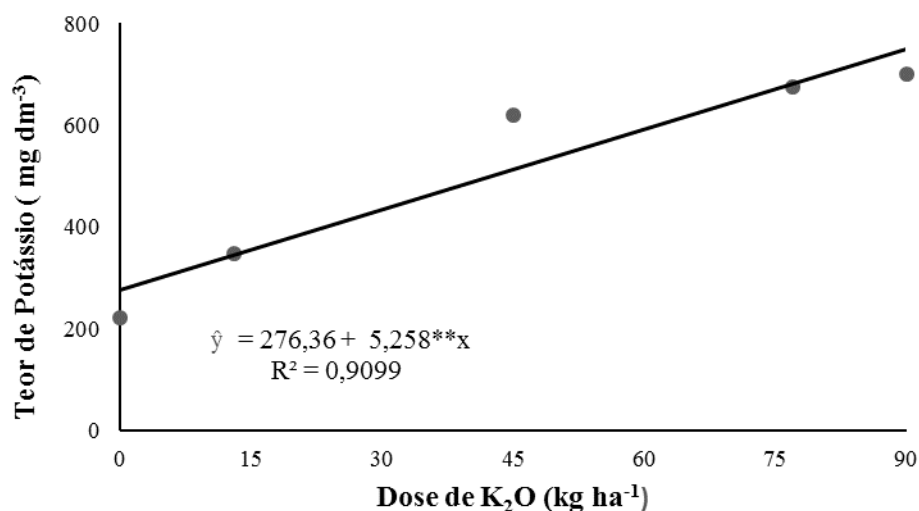


Figura 1. Teor de potássio no solo cultivado com jerimum caboclo, adubado com potássio.

De acordo com a Figura 10, o aumento da dose de potássio promoveu o decréscimo linear de 36 % em relação a dose inicial de 0 kg ha⁻¹ no teor de cálcio no solo. Araújo et al. (2015) avaliaram os teores de extração de macronutriente na cultura da abobrinha-de-moita (*Cucurbita pepo* L), observaram a diminuição do teor de cálcio a medida que aumento a dose de potássio. Essa redução acontece em virtude da competição pelo mesmo sítio de absorção do potássio, cálcio e magnésio na planta, na qual o nutriente mais absorvido nesse caso, depende de vários fatores, em destaque a sua concentração na solução do solo. Altas concentrações de potássio promove o efeito antagônico na absorção de outros elementos como; cálcio e magnésio, ocorrendo uma competição entre os íons, uma vez que são semelhantes quanto o tamanho, a carga e a valência iônica, onde adição de um elemento reduz na taxa de absorção dos outros dois (MALVI, 2011; EPSTEIN & BLOOM, 2006).

Essa redução pode estar relacionada com o fato de que o cálcio possui maior energia de absorção aos colóides do solo, em comparação ao potássio e magnésio, além disso, o cálcio é um íon bivalente com alto raio de hidratação (0,412 nm), sendo pouco móvel, em comparação com os monovalentes no caso do potássio (KERBAUY, 2013; RAMOS et al., 2013; TAIZ & ZEIGER, 2013; FERNANDES, 2006).

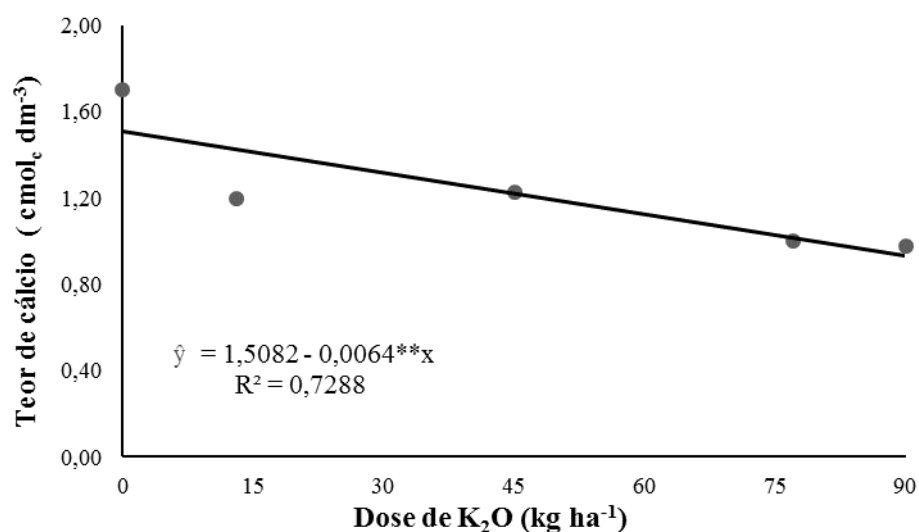


Figura 2. Valores de cálcio no solo cultivado com jerimum caboclo, no solo com doses de potássio.

4.1.3. Soma de base e capacidade de troca catiônica (CTC) do solo

O aumento da dose de nitrogênio provocou uma redução de 0,11 cmol_c md⁻³ a cada 20 kg ha⁻¹ da fonte adicionada (Figura 11A). o aumento da adubação potássica (Figura 11B) afetou linearmente a soma de base do solo, aumentando-a em torno de 0,098 cmol_c dm⁻³ a cada 10 kg ha⁻¹ de potássio, tal fato ocorre por que o potássio é um elemento bastante trocável entre os coloides e a solução do solo. Esse parâmetro representa a somatória dos teores de cátions trocáveis no solo, no qual inclui os elementos K⁺, Ca⁺² e Mg⁺² (RONQUIM, 2010). Entre os cátions do solo o K é o que está menor absorvido aos coloides do solo

O potássio exerce interação com outros macronutrientes como, por exemplo, o nitrogênio que apresenta decréscimo na absorção à medida que o solo apresenta baixas concentrações de potássio, sendo que por meio da regulação da absorção de K⁺, ocasionar no influxo de amônio (MALVI et al., 2011; MARSCHNER, 2012). Inicialmente a enzima uréase promove a hidroxilação da ureia em amônio, sendo uma enzima produzida por microrganismo do solo, a absorção do amônio é mediada pela maioria das proteínas intrínsecas da família da aquaporinas (WITTE, 2011).

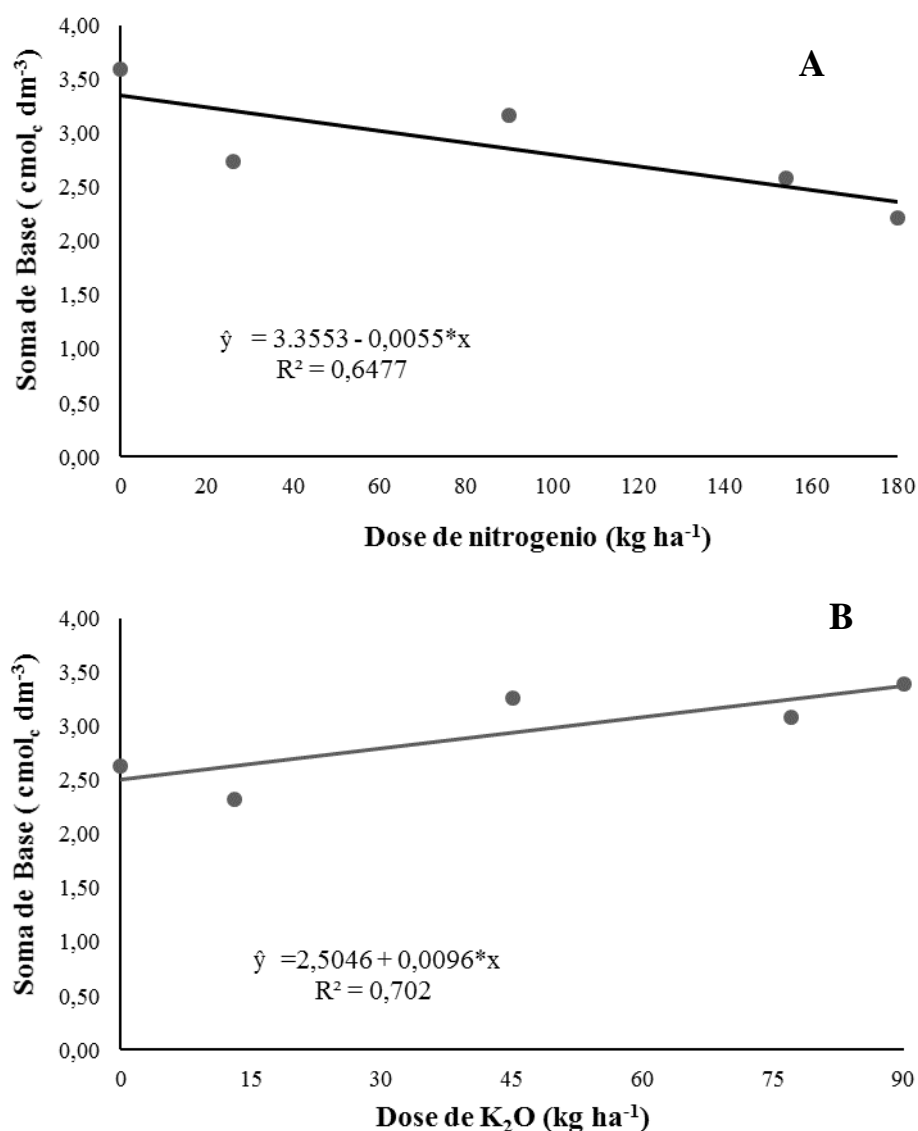


Figura 3. Valores da soma de bases trocáveis do solo cultivado com jerimum caboclo, no solo doses de nitrogênio (A) e potássio (B).

O incremento de 57 kg ha^{-1} de nitrogênio, provocou o aumento de 5,2 % da CTC do solo em comparação a dose inicial (Figura 12A). A capacidade de troca catiônica (Figura 12B) aumentou de forma linear em função da dose de potássio. Esse aumento é importante para manutenção da fertilidade do solo através dos íons trocáveis. Solos com baixa CTC propiciam para o potássio maior susceptibilidade a perdas por meio de processos erosivos (MIELNICZUK, 2005). A CTC compreende a liberação nutrientes de forma gradativa, promovendo manutenção da fertilidade durante o cultivo, além de evitar ou reduzir o efeito tóxico provindo de uma aplicação excessiva (RONQUIM et al., 2010). Em geral o potássio

constitui 5% do total da CTC, já o cálcio equivale em torno de 35-45 % e o magnésio de 5-20 % da CTC, contudo, em solo tropicais e subtropicais podem apresentar valores menores (FERNANDES, 2006).

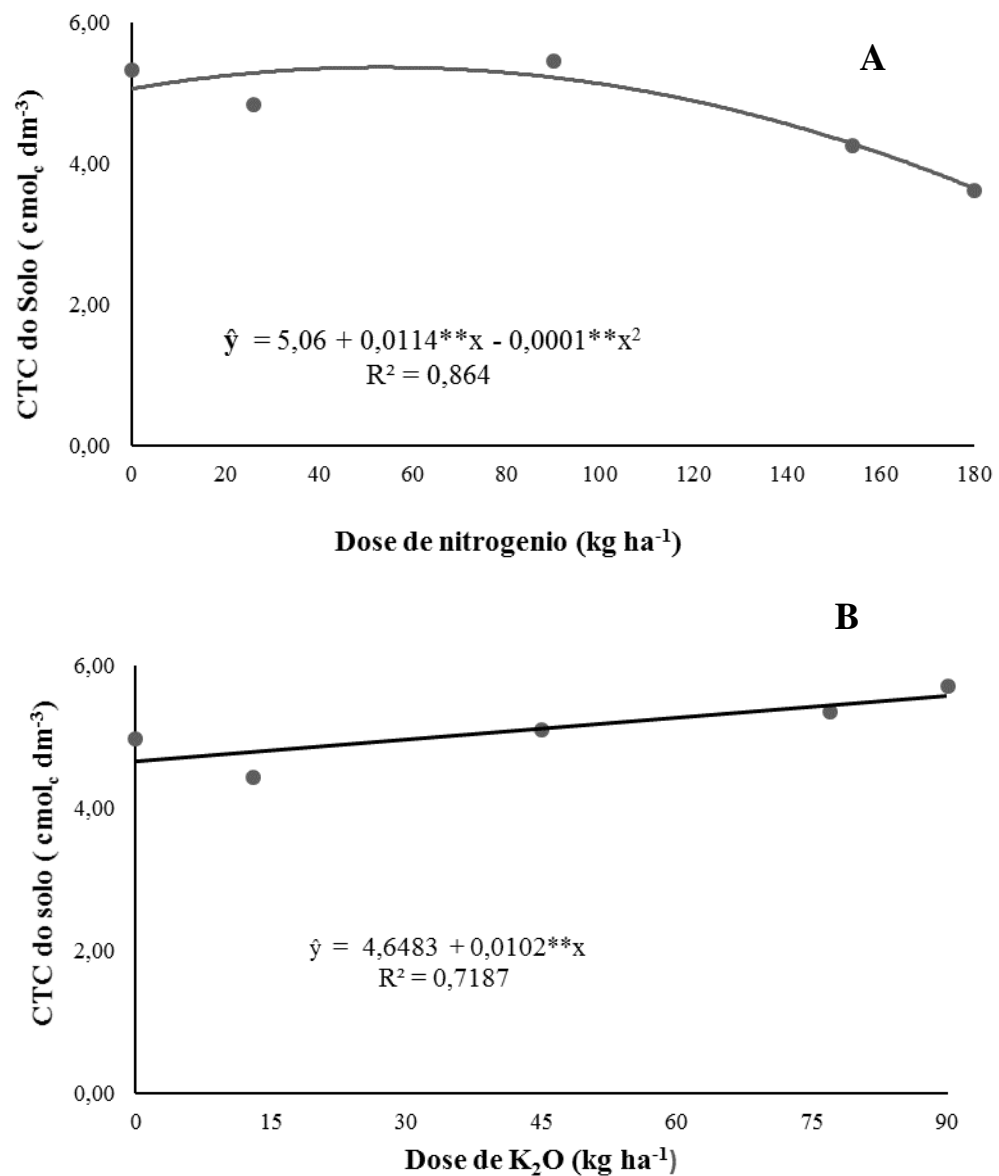


Figura 4. Valores de capacidade de troca catiônica ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), solo cultivado com jerimum caboclo, no solo com nitrogênio (A) e potássio (B).

4.2. Avaliações fisiológicas e produtivas

De acordo com a Tabela 5 do resumo da análise de variância, nota-se a influência dos tratamentos com nitrogênio e potássio em grande parte dos parâmetros avaliados, contudo, de maneira isolada. O potássio exerceu influência sob fluorescência máxima (F_m), e fluorescência variável de maneira quadrática ($p \leq 1\%$) e eficiência do fotossistema II a ($p \leq 5\%$) significância ambos pelo teste F. O nitrogênio influenciou na concentração interna de CO_2 . Não houve efeito significativo da interação nitrogênio x potássio para os parâmetros citados na Tabela 5.

De acordo com a Tabela 6 do resumo da análise de variância, o potássio e o nitrogênio influenciaram o índice de clorofila *b*, de forma linear ($p \leq 1\%$) de probabilidade. O nitrogênio demonstrou efeito de forma isolada no diâmetro do caule, número de fruto por planta e produção por planta, enquanto que o potássio apresentou efeito significativo nos parâmetros de massa do fruto ($p \leq 1\%$) e produtividade ($p \leq 5\%$). Ambos os dados se ajustaram linearmente.

Tabela 6. Resumo das análises de variância e regressão, referentes a índice de clorofila *a* (CLa), clorofila *b* (CLb), Clorofila total (CLt), fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema II (FW), a Condutância estomática (Gs), Concentração interna de CO₂ (Ci), assimilação líquida de CO₂ (A), de planta de jerimum caboclo, adubado com potássio e nitrogênio em diferentes doses.

QUADRADO MÉDIO											
FV	GL	CLa	CLb	CLt	Fo	Fm	Fv	FW	Gs	Ci	A
Bloco	2	1,089 ^{ns}	2,202**	3,262 ^{ns}	7,000 ^{ns}	1456,92*	1655,59*	0,004 ^{ns}	0,002 ^{ns}	221,744 ^{ns}	1,070
Tratamento	8	3,151 ^{ns}	1,044*	5,825 ^{ns}	114,50**	4034,25**	3935,53**	0,001**	0,001 ^{ns}	194,854*	0,498
Resíduo	16	4,171	0,273	4,922	22,666	378,675	409,92	0,0001	0,001	73,281	0,85
REGRESSÃO											
N _L	1	7,329 ^{ns}	1,248*	14,629 ^{ns}	59,317 ^{ns}	90,37 ^{ns}	3,25	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	551,768*	0,861
N _Q	1	0,037 ^{ns}	0,911 ^{ns}	0,327 ^{ns}	228,09**	177,26 ^{ns}	368,99	0,004 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	9,394 ^{ns}	0,055
K _L	1	0,228 ^{ns}	1,181*	0,711 ^{ns}	8,924 ^{ns}	56,04**	6467,61**	0,024**	0,0001 ^{ns}	65,087 ^{ns}	0,411
K _Q	1	1,011 ^{ns}	0,996 ^{ns}	0,058 ^{ns}	4,243 ^{ns}	590,89**	4801,17**	0,001*	0,0008 ^{ns}	137,781 ^{ns}	0,800
N _L x K _L	1	1,091 ^{ns}	3,575**	8,616 ^{ns}	0,750 ^{ns}	18,75 ^{ns}	27,00	0,003 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	3,999 ^{ns}	0,126
Media		33,537	8,426	41,933	112,111	483,481	371,37	0,766	0,389	250,640	20,48
CV (%)		6,090	6,206	5,290	4,246	4,024	5,45	1,647	10,297	3,415	4,50

ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1% pelo teste F respectivamente; GL= grau de liberdade; CV (%)= coeficiente de variação; L ou Q = regressão linear ou regressão quadrática.

Tabela 7. Resumo das análises de variância e regressão referente Transpiração (E), eficiência no uso da água (EUA), eficiência instantânea de carboxilação (EiC) Diâmetro do caule (DC), Densidade de planta (DP), número de frutos por planta (NF), massa do fruto (MM), produção por planta (PP) e Produtividade (PROD) de planta de jerimum caboclo, adubado com potássio e nitrogênio em diferentes doses.

QUADRADO MÉDIO										
FV	GL	E	EUA	EiC	DC	DP	NF	MM	PP	PROD
Bloco	2	1,448*	0,465*	0,007 ^{ns}	14,957**	6092,39**	0,295 ^{ns}	0,349 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,020 ^{ns}
Tratamento	8	0,264 ^{ns}	0,142 ^{ns}	0,004 ^{ns}	10,810**	2656,07*	0,302*	0,461**	0,015*	0,024**
Resíduo	16	0,239	0,080 ^{ns}	0,0003	1,313	7937,80	0,985	0,101	0,005	0,005
REGRESSÃO										
N _L	1	0,376 ^{ns}	0,245 ^{ns}	0,001 ^{ns}	78,000**	4783,71*	1,246**	0,005 ^{ns}	0,053**	0,013 ^{ns}
N _Q	1	0,389 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,002 ^{ns}	2,242 ^{ns}	5178,64*	0,010 ^{ns}	0,321 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,055**
K _L	1	0,312 ^{ns}	0,178 ^{ns}	0,003 ^{ns}	1,289 ^{ns}	7907,14 ^{ns}	0,101 ^{ns}	1,168**	0,008 ^{ns}	0,031*
K _Q	1	0,197 ^{ns}	0,155 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,089 ^{ns}	2245,58 ^{ns}	0,150 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,022 ^{ns}
N _L x K _L	1	0,205 ^{ns}	0,068 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,059 ^{ns}	5787,53 ^{ns}	0,046 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,002 ^{na}
Media		5,937	3,481	0,081	16,881	2006,17	1,549	2,161	3,283	0,859
CV (%)		8,235	8,131	6,821	6,787	14,04	20,263	14,74	11,410	8,950

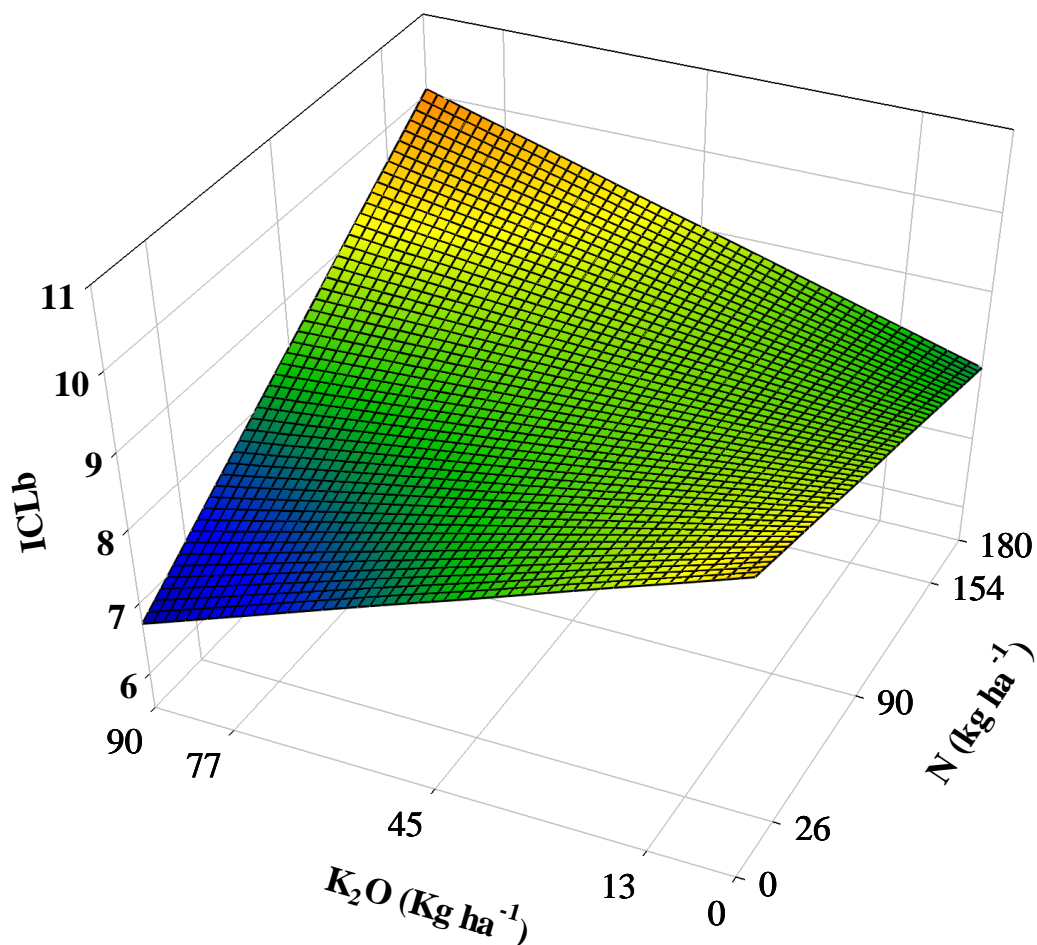
ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1% pelo teste F respectivamente; GL= grau de liberdade; CV (%)= coeficiente de variação; L ou Q = regressão linear ou regressão quadrática.

4.2.1. Índice de clorofila *b*

De acordo com a Figura 13, o índice de clorofila *b* aumentou em função das doses de potássio e nitrogênio. Os maiores valores foram superiores a 10,07 na dose de 180 e 90 kg ha⁻¹ de N e K. O valor mínimo foi de 6,72 sob a dose de 0 e 90 kg ha⁻¹ de N e K, além disso, elevada dose de potássio conciliada com baixa dose de nitrogênio resultou em baixos valores de clorofila *b*, possivelmente esse fato deve-se ao efeito de alta concentração de K⁺ no antagonismo de outro nutriente como o magnésio. A clorofila *b* possui entre seus constituintes íons de magnésio, o que representa de 15 a 20 % do magnésio presente na folha (GUO, et al., 2016; TAIZ & ZEIGER, 2013).

Sun et al. (2016), avaliando o efeito do nitrogênio na mudança de irradiação em plantas de (*Oryza sativa* L.), observaram que o suprimento de nitrogênio promoveu incremento no índice de clorofila em comparação ao tratamento com deficiência. O nível de clorofila é bastante influenciado pela concentração de nitrogênio na planta, pois o suprimento de nitrogênio estimula a assimilação e translocação do cloroplasto para sítios com alta atividade do carbono (LI et al., 2013; KUMAGAI et al., 2009 a).

Doncheva et al. (2001), relataram que a deficiência de nitrogênio na planta provocou a redução nos teores de carotenoides totais, clorofila *a* e *b*, e eficiência fotossintética. O processo de biossíntese da clorofila possui alto requerimento de enzimas que transformam o protoclorofila *a* em clorofila *a* (PESSARAKI, 2002). O potássio é responsável pela ativação de mais de 60 enzimas, que desempenham importante função na convecção de energia na célula (MALVI, 2011).



$$\hat{y} = 9,5 - 0,0084*N - 0,0309K + 0,0003**N \times K \quad R^2 = 0,7184$$

Figura 13. Índice de clorofila b de planta de jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio e potássio.

4.2.2. Fluorescência inicial, fluorescência variável e fluorescência máxima da clorofila *a*

De acordo com a Figura 14, o nitrogênio promoveu fluorescência inicial de maneira quadrática até a dose de 112 kg ha⁻¹ apresentando o valor de 116 resultando no aumento de 8,75 %. Dose acima de 112 kg ha⁻¹ (Figura 14) promoveu o decréscimo. Conforme os dados denotam, o nitrogênio promove maior atividade da fluorescência inicial, devido ao aumento da área foliar bem como no teor de clorofila. Contudo a fluorescência da clorofila *a* compete

pela energia da excitação de prótons com a fotossíntese (PORCAR-CASTELL et al., 2014). Podendo ter ocorrido uma redução da eficiência fotossintética.

A fluorescência da clorofila a consiste no processo em que a clorofila re-emite o fóton anteriormente absorvido, ocasionando na perda de energia (PORCAR-CASTELL et al., 2014). A fluorescência é um parâmetro que reflete a eficiência fotoquímica do aparelho fotossintético relacionado aos atributos estruturais envolvidos no transporte de elétrons no fotossistema II (ZIVCAK et al., 2014).

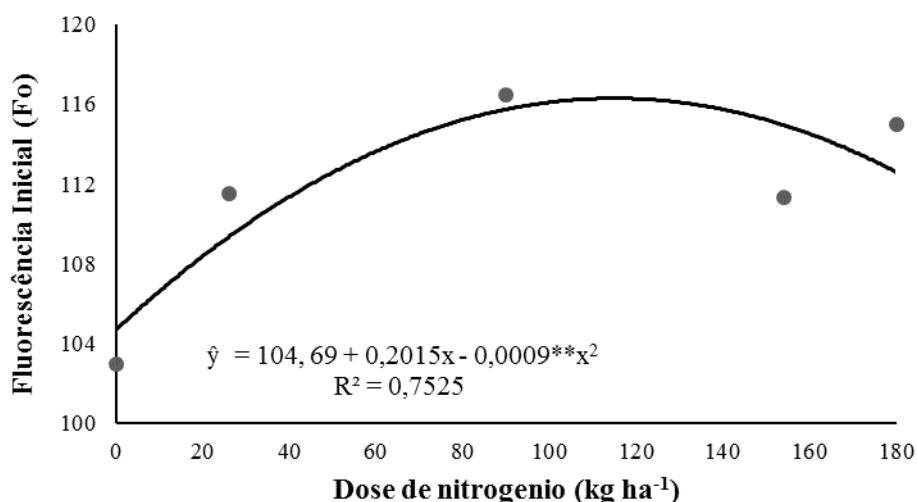


Figura 14. Valores da Fluorescência inicial da planta de jerimum caboclo, no solo com doses de potássio..

De acordo com a Figura 15, o potássio exerceu efeito semelhante na fluorescência variável (FIGURA 15A), que apresentou o maior valor de 392,13 na dose de 30 kg ha⁻¹ resultou no aumento de 5 %. O incremento de nitrogênio promoveu o aumento de 4% da fluorescência máxima, com o valor máximo na dose de 31 kg ha⁻¹. A relação entre a fluorescência variável e máxima é tida como base para mensuração da fotoinibição, da qual refere-se à perda de energia induzida pela luz (TANAKA et al., 2014).

A fluorescência da clorofila provoca a redução do aceptor de elétron na fotossíntese em destaque no fotossistema II, afetando mais a plastoquinona (MAXWELL & JOHNSON, 2000). Em condição de deficiência nutricional, a assimilação de carbono é reduzida, o que provoca o decréscimo do consumo da energia química, nas reações da fotossíntese, contudo ocorre um excesso de excitação dos centros de reação do fotossistema II, devido a contínua

absorção de fóton pelas moléculas de clorofila, nisto as plantas desenvolvem o mecanismo para dissipação do excesso de excitação, que ocorre por meio da re emissão do fóton (SINGH et al., 2016; IVANOV et al., 2008). O suprimento de nutriente promove maior assimilação de CO₂, diminuindo as perdas de energia por meio da fluorescência da clorofila *a*.

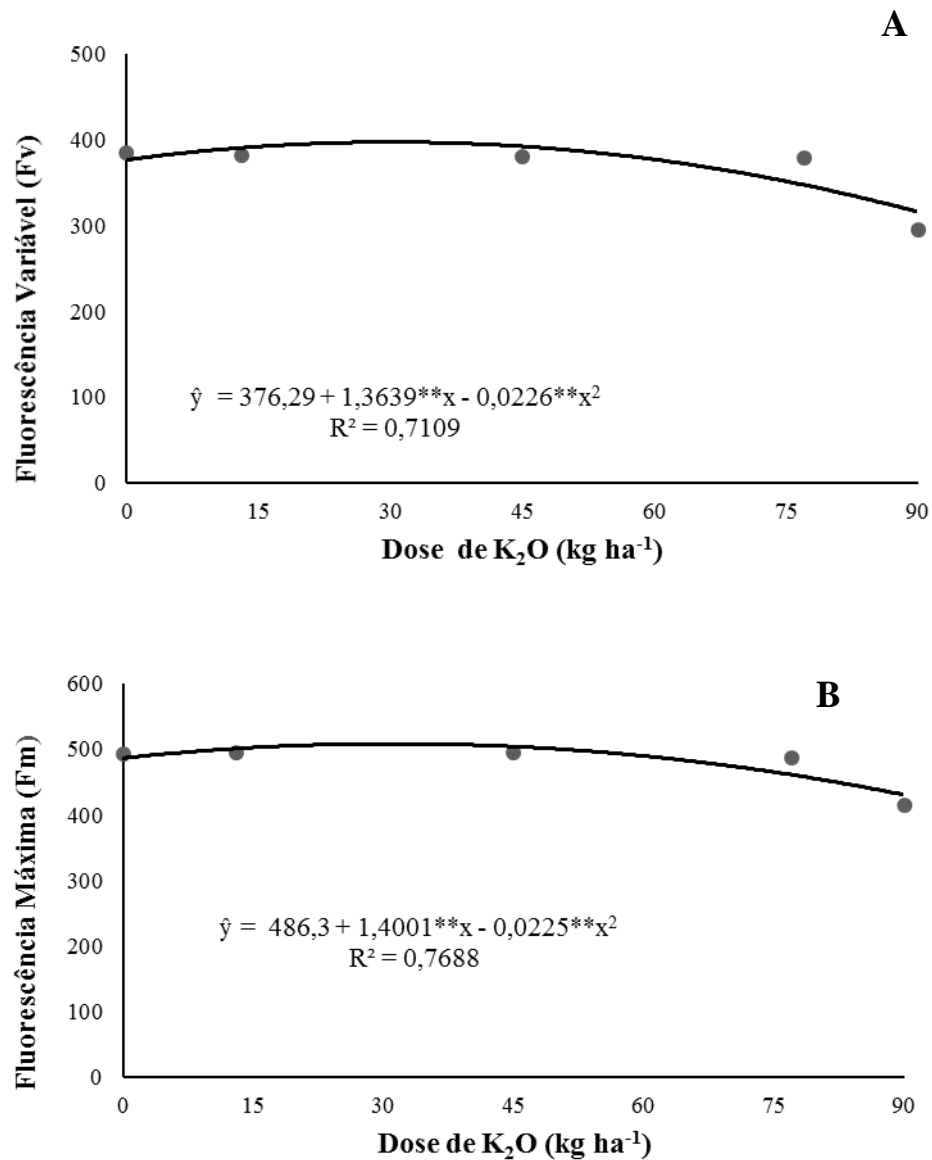


Figura 15. Valores de Fluorescência Variável (A) e Fluorescência Máxima (B) da planta de jerimum caboclo, no solo com doses potássio.

4.2.3. Concentração interna de CO₂

O nitrogênio influenciou de forma linear na concentração interna de CO₂ (Figura 16) com uma redução de 4,2 % até a dose 180 kg ha⁻¹. Essa redução em função do nitrogênio é importante fisiologicamente para o metabolismo e produção de assimilados. Altas concentrações de CO₂ por longo tempo acarretam na redução do conteúdo da rubisco e na taxa máxima da reação de carboxilação, promovendo a redução do crescimento (LONG et al., 2004). Elevada concentração de CO₂ na mitocôndria, ocasiona decréscimo dos produtos respiratórios, envolvendo a redução do suprimento de ATP para a fotossíntese, provocando também a redução de açúcares (GRIFFIN et al., 2013).

Essa redução do CO₂ em função do incremento de nitrogênio não comprometeu a atividade metabólica do jerimum caboclo, uma vez que foi observada influência do nitrogênio no teor de clorofila b, diâmetro do caule, produção por planta e produtividade (Tabela 5 e Tabela 6), denotando uma possível manutenção da atividade da enzima rubisco em função deste nutriente. As plantas requerem alta quantidade de nitrogênio do solo, para aumento das reações enzimáticas da rubisco, que apresenta uma taxa média de 25.000 reações por segundos em planta superiores (KERBAUY, 2013; Mann, 1999).

O decréscimo da concentração de CO₂ está também relacionado com o aumento da temperatura. De acordo com Liu et al. (2012), em seu estudo avaliando o efeito de alta e baixa concentração de N, relataram que a concentração interna de CO₂ não variou em função dos níveis, entretanto o aumento da temperatura, promoveu a redução da concentração de CO₂ no ambiente, aumento da transpiração, redução da condutividade estomática e redução na concentração interna de CO₂.

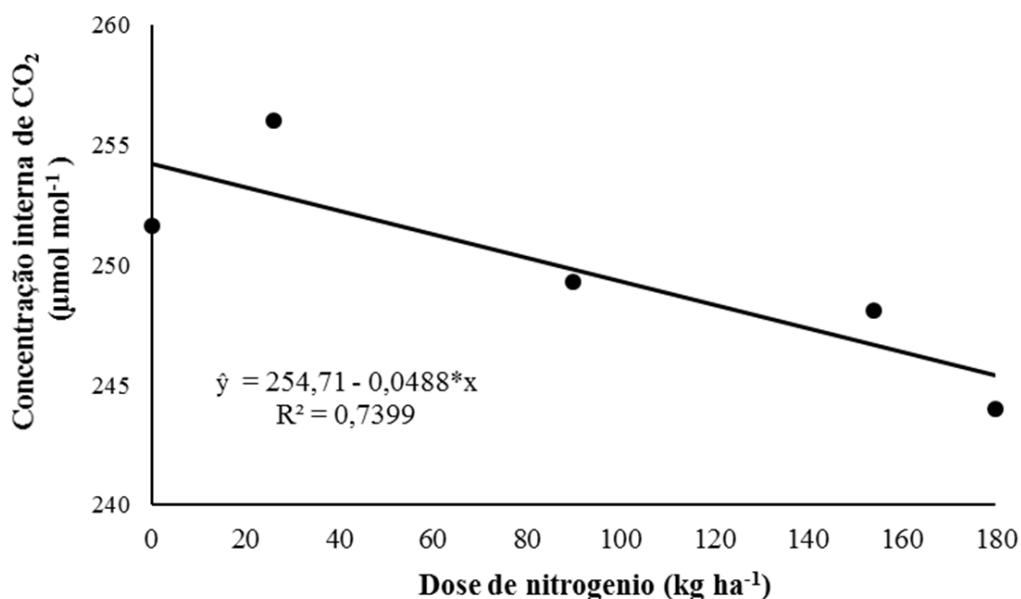


Figura 16. Valores da concentração interna de CO₂ (µmol mol⁻¹) da planta de Jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio.

4.2.4. Diâmetro do caule da planta

O diâmetro caulinar da planta de jerimum caboclo (Figura 17) aumentou de forma linear com a dose de nitrogênio, em torno de 2,82 % para cada 20 kg ha⁻¹, resultando no aumento de 26,01% entre as doses 0 a 180 kg ha⁻¹. Os valores de diâmetro, foram superiores ao encontrado por Oliveira et al. (2014), respectivamente 9,62 mm, avaliaram o crescimento de abobora e moranga, sob estresse salino.

O aumento no crescimento do caule sob doses de nitrogênio também foi relatado em outros trabalhos. Araújo et al. (2011) avaliaram o efeito do nitrogênio na cultura da melancia, relataram um aumento de 25 % no comprimento do ramo principal entre as doses 50 a 250 kg ha⁻¹. Moraes et al. (2015) avaliaram o efeito da adubação nitrogenada no milho, a adubação com 100 kg ha⁻¹ de N promoveu o aumento de 13 % no diâmetro o colmo.

O aumento do diâmetro pode estar relacionado com o estímulo da fotossíntese e do metabolismo do carboidrato, provocado pelo nitrogênio (LI et al., 2012). O que pode ter promovido maior produção de fotoassimilados em destaque a sacarose e translocação das folhas para tecidos não fotossintéticos, ocorrendo o armazenamento no floema, por meio das

células companheiras, da qual tem papel na distribuição de assimilados (BIHMIDINE et al, 2015; APEZZATO-DA-GLORIA & CARMELLO-GUERREIRO, 2006).

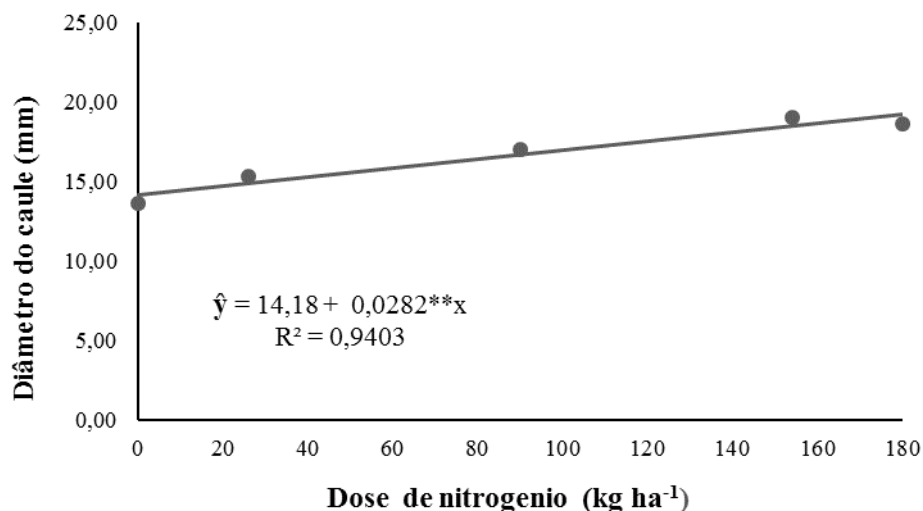


Figura 17. Valores de diâmetro (mm) do caule da planta de jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio.

4.2.5. Número de fruto e massa média do fruto

De acordo com a Figura 18, o nitrogênio promoveu o aumento linear no número de fruto de 35, 46 % em comparação ao número de fruto na dose mínima, aumentando de 1,21 para 1, 90 frutos entre a dose de 0 a 180 kg ha⁻¹. Esse mesmo efeito do nitrogênio foi observado por Portô et al. (2014), que obtiveram um aumento no número em fruto de 2,4 vezes em relação a testemunha, onde avaliaram a produtividade e o acúmulo de nitrato em abóbora (*Cucurbita mochata*) sob adubação nitrogenada. Avaliando a cultura da abobrinha (*Cucurbita pepo* L), Portô et al. (2012) relataram um aumento no número de fruto na ordem de 4,3 vezes em comparação com a testemunha, obtendo o valor máximo de 7,7 frutos por planta, sob a dose estimada de 323 kg ha⁻¹.

Tais dados denotam que a abóboras e jerimum, apresentam repostas significativas quanto ao uso da adubação nitrogenada, sendo bastante perceptível no aumento do número de frutos, porém esse aumento não é observado em outras culturas cucurbitáceas. A adubação nitrogenada promoveu a diminuição no número de fruto de 5,9 para 3,5 frutos de melancia por

planta, com o valor mínimo de frutos sob a dose estimada de 250 kg ha⁻¹ (ARAÚJO et al., 2011). Barros et al. (2012) também relataram uma redução significativa de 55,4 % no número de fruto de melancia da variedade Crimson Sweet por hectare em função do nitrogênio onde obteve o valor mínimo de 3329 fruto por hectare na dose estimada de 250 kg ha⁻¹.

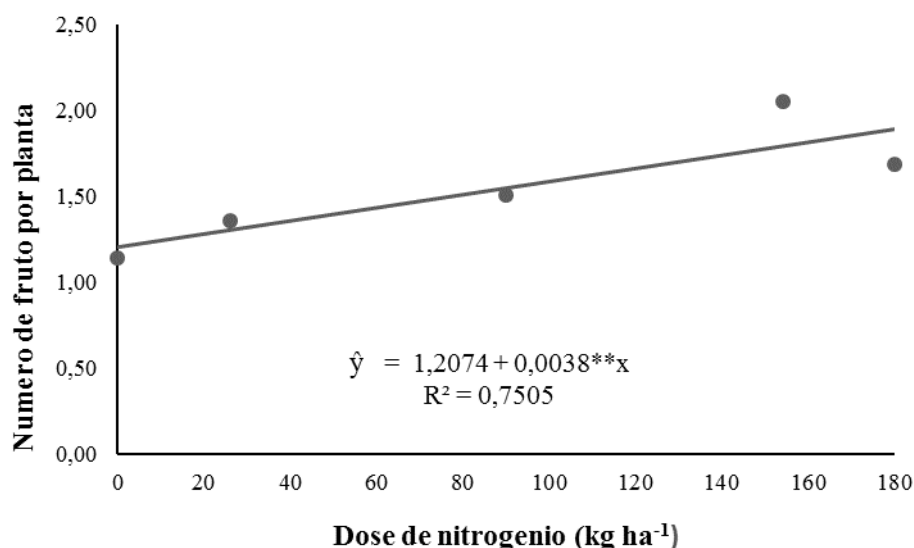


Figura 18. Número de frutos por planta de jerimum caboclo no solo com doses de nitrogênio.

Observa-se na Figura 19, uma diminuição linear de 23 % da massa do fruto de jerimum em função do aumento da dose de potássio aplicado no solo. Apresentando uma redução de 0,567 g entre a dose 0 a 90 kg ha⁻¹. O maior valor foi 2,446 g correspondente á dose de 0 kg ha⁻¹ de adubação potássica. Mesmo apresentado redução, esses valores estão em conformidade aos encontrados por Ramos et al. (2010), que relataram uma massa média do fruto do Jerimum de 2 a 2, 5 kg, de diferente acesso fenótipo cultivado na região nordeste.

Essa redução na massa do fruto, possivelmente está relacionado com a inibição da absorção de Ca⁺² e Mg⁺² podendo causar deficiência de ambos nutrientes (SOUZA et al., 2014). Esse efeito antagônico promovido pelo potássio pode acarretar em várias mudanças no ciclo metabólico da planta, uma vez que tanto o cálcio como o magnésio desempenham funções vitais no desenvolvimento da planta. O magnésio é constituinte da clorofila *b*, já o cálcio é responsável pelo processo de sinalização secundária da maioria dos fitohormônio (TAIZ & ZEIGER, 2013; PEITER, 2011).

Além disso, o aumento da concentração de cálcio no citoplasma é importante no início de vários processos celulares como contração, a secreção e o bombeamento iônico, onde estes

estão associados com utilização de ATP (DENTON, 2009). O magnésio juntamente com ATP induz a exportação e translocação da sacarose no floema (GUO et al., 2016). Baixos níveis de Mg^{+2} compromete o transporte de sacarose pelo floema.

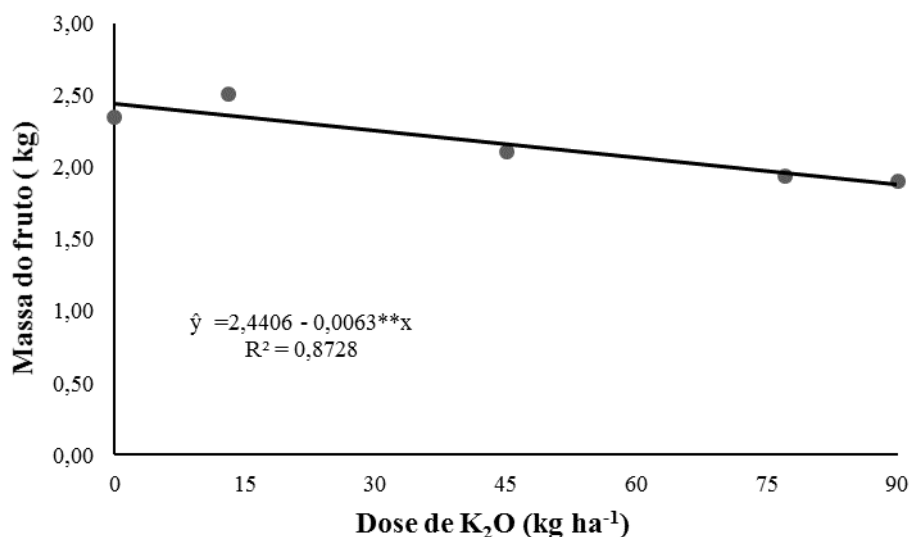


Figura 19. Valores de massa do fruto de jerimum caboclo, no solo com doses de potássio.

4.2.6. Produção por planta e produtividade

De acordo com a Figura 20, o nitrogênio influenciou no aumento linear da produção de por planta de 2, 479 para 3,955 g entre a dose 0 a 180 kg ha⁻¹, promovendo um aumento de 37, 31 %. Esse efeito também foi observado por Silva et al. (2014) avaliaram os parâmetros produtivos do melão (*Cucumis melo*), adubado com N e K⁺, apresentando um aumento de 35,32 % na produção por planta. Adubação nitrogenada promoveu o aumento na massa do fruto de melancia (*Citrulus lanutus*), sob diferentes dosagens (ARAÚJO et al., 2011). Silva et al. (2011) obtiveram um aumento de 48,9 % na massa do fruto por planta de abobrinha (*Cucurbita mochata*) sob dose de nitrogênio em cobertura.

O aumento proporcional da produção por planta em função das doses de nitrogênio, possivelmente deve-se a assimilação do carbono que é depende da atividade da enzima rubisco, esta corresponde a mais de 50 % do N presente na folha, sendo também constituinte da membrana do tilacoide do cloroplasto, uma alta disponibilidade de N resulta proporcionalmente no aumento da atividade da rubisco, sendo essa uma enzima que limita a

taxa fotossintética, sob baixa atividade (LI et al., 2013; PIMENTEL, 1998). Uma menor atividade fotossintética resulta em menor taxa de produção de fotoassimilados, como consequência menor produção de frutos, uma vez que a fotossíntese líquida apresenta baixas taxas.

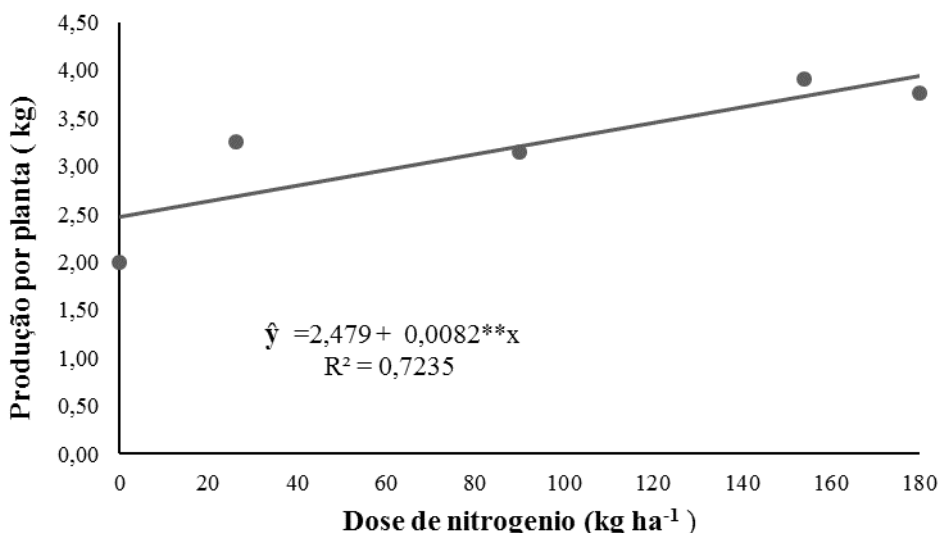


Figura 20. Valores de produção por planta de jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio.

O potássio promoveu a redução 25 % na produtividade na dose de 90 kg ha⁻¹, essa redução deve-se ao efeito antagônico do potássio com o cálcio e magnésio, causando deficiência nutricional. A deficiência de cálcio e magnésio promove redução das áreas, meristemática e abscisão foliar, reduzindo o crescimento da planta (TAIZ & ZEIGER et al., 2013). O nitrogênio também exerceu efeito positivo sobre a produtividade do jerimum caboclo (Figura 22A), promoveu um aumento de 41 % até a dose 105 kg ha⁻¹, porém doses acima de 105 kg ha⁻¹ provocaram redução da produtividade. Os resultados foram semelhantes ao encontrados por Pedrosa et al. (2012), onde afirmaram também uma redução da produtividade a partir da dose 75 kg ha⁻¹. Esse aumento em função do nitrogênio até certo nível, é observado em outros trabalhos como Portô et al. (2012 e 2014), sendo que em ambos o nitrogênio promoveu o aumento na produtividade da abóbora (*Cucurbita mochata*) e abobrinha (*Cucurbita pepo*).

Esse aumento pode ser explicado por que o nitrogênio é o elemento mais requerido pelas plantas, sendo constituinte de moléculas em diversos processos fisiológicos. Níveis elevados de nitrogênio promovem regulação e aumento das taxas fotossintéticas, relacionado

com a redução dos níveis de sacarose no mesofilo, implicam que um alto nível de nitrogênio promovendo a conversão exportação rápida de sacarose (SUN et al., 2016; LI et al., 2012).

Vários estudos com outras culturas da família cucurbitáceas demonstram que o nitrogênio tem grande participação no aumento da produtividade até certo nível, podendo ser variado entre as culturas, entretanto grande maioria das cucurbitáceas apresentam redução na produtividade sob elevada dose de N. Costa et al. (2015) observaram a redução na produtividade da abobrinha italiana a partir da aplicação de 180 kg ha⁻¹ de N.

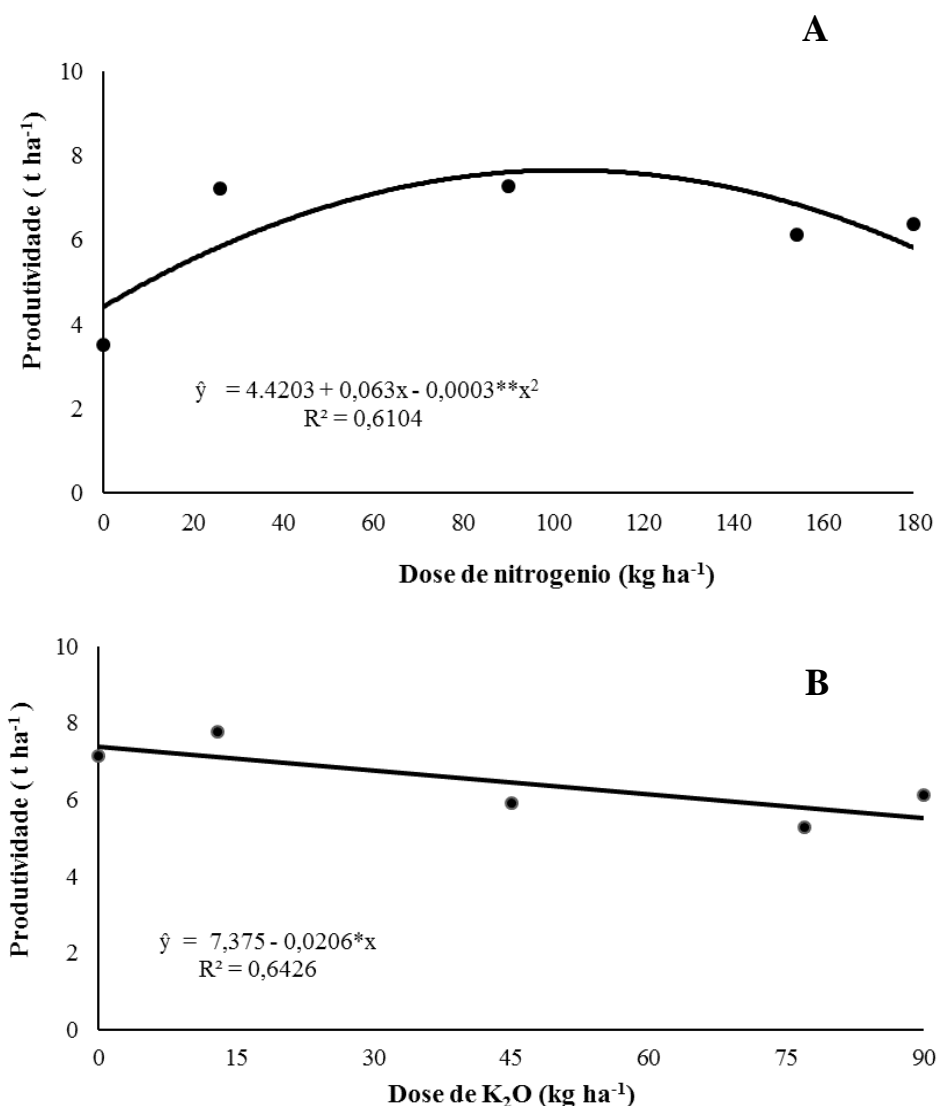


Figura 21. Produtividade do jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio (A) e com potássio (B).

4.3. Qualidade do fruto de jerimum caboclo

De acordo com a Tabela 8, a interação nitrogênio x potássio exerceu influência no comprimento do fruto e no teor de sacarose de forma linear ($p \leq 1\%$). Além disso, houve efeito isolado do nitrogênio e potássio nas demais variáveis analisadas, na Tabela 9 o potássio influenciou significativamente nos valores de umidade da polpa do fruto na forma quadrática ($p \leq 1\%$) e no teor de sacarose linear ($p \leq 1\%$). O nitrogênio exerceu efeito significativo no teor de glicose ($p \leq 5\%$) e umidade da polpa ($p \leq 1\%$) do fruto a níveis de maneira linear e nos teores de amido na forma quadrática ($p \leq 1\%$ e $p \leq 5\%$).

Tabela 8. Resumo das análises de variância e regressão, referentes a comprimento do fruto (DL), diâmetro do fruto (DT), número de semente (NS), rendimento de polpa (RP), unidade do fruto (UmF), teor de glicose (GLIC), teor de sacarose (SAC), teor de amido (AMIDO), potencial hidrogeniônico do fruto de jerimum caboclo, adubados com potássio e nitrogênio em diferentes doses.

QUADRADO MÉDIO										
FV	GL	DL	DT	NS	RP	UmF	GLIC	SAC	AMIDO	pH
Bloco	2	4,558*	0,938 ^{ns}	7237,14 ^{ns}	1,183 ^{ns}	5,001 ^{ns}	0,747 ^{ns}	0,195 ^{ns}	0,514 ^{ns}	0,122 ^{ns}
Tratamento	8	1,938*	2,854 ^{ns}	9099,09 ^{ns}	16,715 ^{ns}	21,503*	1,375*	1,677**	3,380**	0,103 ^{ns}
Resíduo	16	0,763	1,881	4098,27	10,170	6,153	0,522	0,426	0,840	0,052
REGRESSÃO										
N _L	1	3,190*	1,671 ^{ns}	11817,50 ^{ns}	18,226 ^{ns}	69,064**	0,003 ^{ns}	0,019 ^{ns}	7,020*	0,011 ^{ns}
N _q	1	0,142 ^{ns}	1,678 ^{ns}	5555,53 ^{ns}	2,946 ^{ns}	3,300 ^{ns}	3,654*	0,482 ^{ns}	11,126**	0,096 ^{ns}
K _L	1	0,099 ^{ns}	2,127 ^{ns}	1169,91 ^{ns}	8,478 ^{ns}	2,145 ^{ns}	0,656 ^{ns}	5,599**	0,687 ^{ns}	0,124 ^{ns}
K _q	1	0,218 ^{ns}	0,192 ^{ns}	4329,16 ^{ns}	5,131 ^{ns}	57,528**	0,627 ^{ns}	0,896 ^{ns}	2,572 ^{ns}	0,013 ^{ns}
N _L x K _L	1	6,649**	1,964 ^{ns}	2,083 ^{ns}	10,658 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,040 ^{ns}	5,976**	0,008 ^{ns}	0,047 ^{ns}
Media		13,35	18,559	377,14	85,116	88,977	5,996	4,2644	4,641	7,331
CV (%)		6,543	7,391	16,974	3,746	2,788	12,050	15,307	19,747	3,135

ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1% pelo teste F respectivamente; GL= grau de liberdade; CV (%)= coeficiente de variação; L ou q = regressão linear ou regressão quadrática

A interação nitrogênio x potássio não influenciou nenhuma das variáveis de qualidade dos frutos (Tabela 9), entretanto observou-se o efeito isolado do potássio nos valores de vitamina C dos frutos, na forma quadrática ($p \leq 1\%$). O potássio exerceu efeito de maneira isolada na acidez titulável, contudo não observou um ajuste linear ou quadrático na regressão dos valores.

Tabela 9. Resumo das análises de variância e regressão, referentes aos sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), vitamina C (VITC) e relação de sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de fruto de Jerimum caboclo, adubado com potássio e nitrogênio em diferentes doses.

QUADRADO MÉDIO					
FV	GL	SS	AT	VITC	SS/AT
Bloco	2	4,009 ^{ns}	0,091 ^{ns}	22,808 ^{ns}	0,268 ^{ns}
Tratamento	8	3,419 ^{ns}	0,158*	50,844**	23,93 ^{ns}
Resíduo	16	4,537	0,556	12,601	36,283
REGRESSÃO					
N _L	1	2,057 ^{ns}	0,092 ^{ns}	1,850 ^{ns}	0,636 ^{ns}
N _Q	1	2,829 ^{ns}	0,173 ^{ns}	29,113 ^{ns}	29,923 ^{ns}
K _L	1	1,638 ^{ns}	0,022 ^{ns}	137,047**	0,403 ^{ns}
K _Q	1	0,061 ^{ns}	0,003 ^{ns}	10,771 ^{ns}	3,952 ^{ns}
N _L x K _L	1	13,653 ^{ns}	0,139 ^{ns}	26,796 ^{ns}	28,946 ^{ns}
Media		6,764	0,709	18,145	11,034
CV (%)		31,480	33,240	19,562	34,588

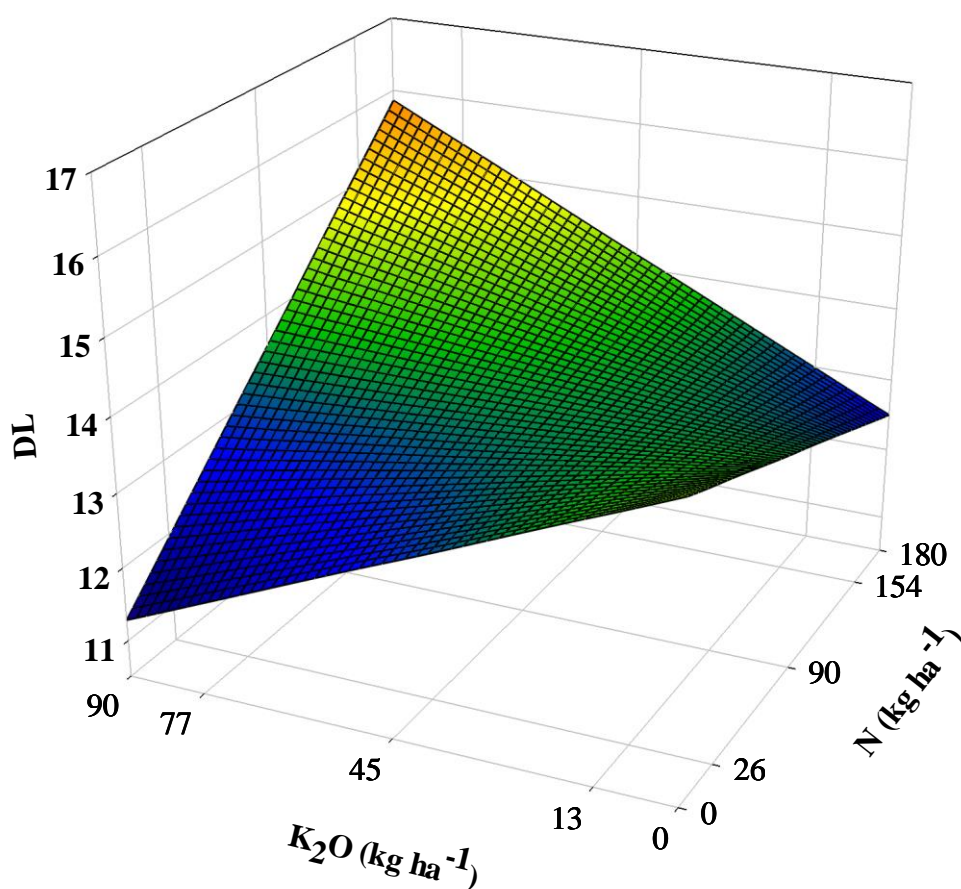
ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1% pelo teste F respectivamente; GL= grau de liberdade; CV (%)= coeficiente de variação; L ou Q = regressão linear ou regressão quadrática

4.3.1. Comprimento do fruto

De acordo com a Figura 22, o nitrogênio e o potássio exerceram efeito sob o comprimento dos frutos de jerimum caboclo. A elevada dose de potássio e nitrogênio resultaram no valor máximo de comprimento do fruto. Entretanto, dose de nitrogênio de 90 kg ha⁻¹ e de potássio 13 kg ha⁻¹ resultou no aumento do comprimento do fruto. Elevadas doses

de potássio agregado com baixa dose de nitrogênio resultou nos valores mínimo de comprimento. Os valores foram inferiores ao encontrado por Martins et al. (2015), avaliando as características morfológicas de espécies de *cucurbita máxima* no estado do Amazonas.

Pedrosa et al. (2012) avaliando a produção de moranga (*Cucurbita maxima*), relataram o aumento no diâmetro do fruto em função do aumento da dose de nitrogênio. Elevadas dose de NPK promoveram o aumento da circunferência do fruto de abóbora (*Cucurbita pepo* Linn.) Cultivada na Nigéria (OLOYEDE et al., 2013).



$$\hat{y} = 14,41 - 0,0106N - 0,0347K + 0,0004**N \times K \quad R^2 = 0,6411$$

Figura 22. Valores do comprimento, do fruto do jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio e potássio.

4.3.2. Umidade de polpa do fruto

Na Figura 23A, observa-se que na dose de 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio, o valor da umidade foi de 89 %, promovendo uma redução de 1,98 % a cada 20 kg ha⁻¹ em comparação ao valor inicial, porém este valor foi inferior quando comparado com a redução entre as doses 90 a 180 kg ha⁻¹, respectivamente 4, 83 %. Esses resultados indicam provavelmente um maior acúmulo de matéria seca do fruto em função da dose de nitrogênio. O aumento da matéria seca das plantas de tomateiro foi ocasionado em função do aumento da dose de nitrogênio no solo (FERREIRA et al., 2003). Coelho et al. (2009), relataram que a dose de nitrogênio influenciou na matéria seca das folhas, hastes e tubérculo de batata (*Solanum tuberosum* L).

Na Figura 23B, observa-se que o aumento na dose de potássio promoveu redução da umidade de polpa do fruto, resultando no valor mínimo de 87 % na dose de 45 kg ha⁻¹, que propiciou uma redução de 3, 83%. O aumento da dose de potássio promoveu uma redução de 6, 81 % da umidade de polpa do fruto. Entretanto, as doses acima de 45 kg ha⁻¹ de potássio promoveram o aumento de 1,72 % da umidade a cada 15 kg ha⁻¹ de potássio, em comparação com o valor mínimo.

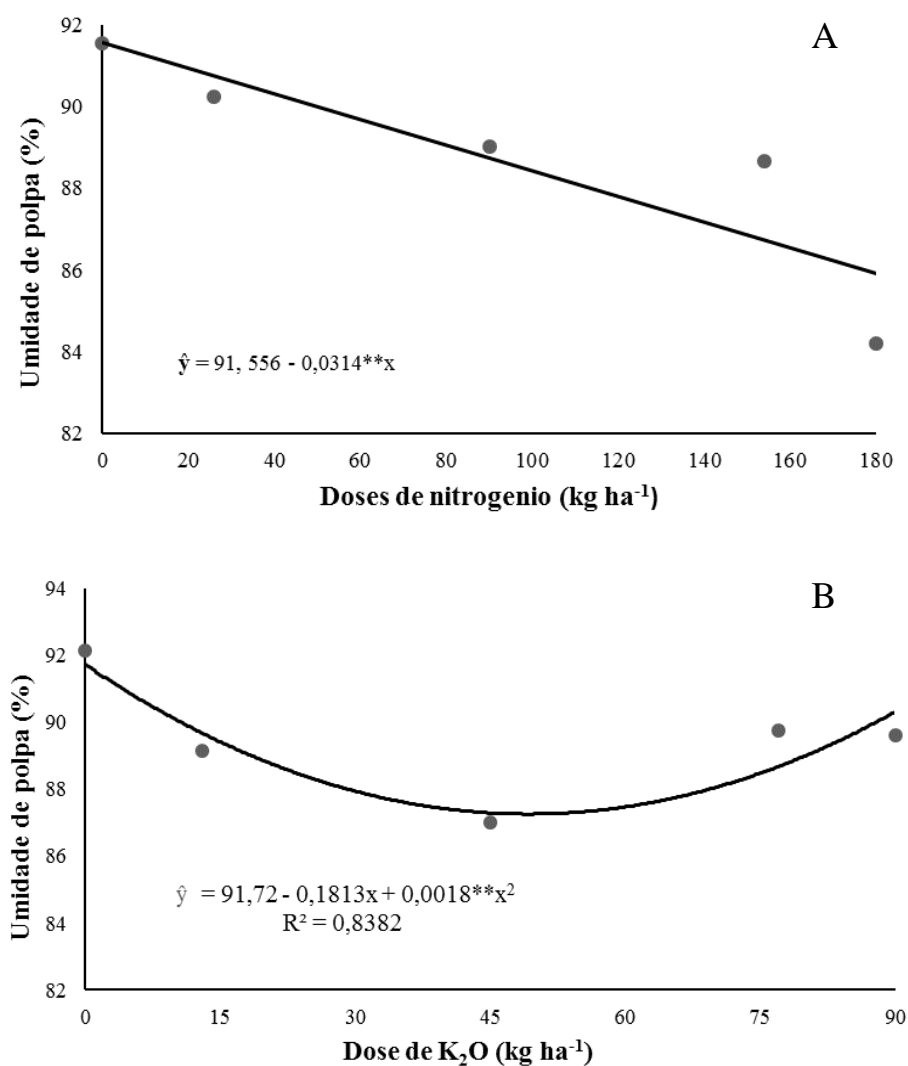


Figura 23. Valores de umidade de polpa de fruto de jerimum caboclo, no solo com doses potássio (A) e nitrogênio (B).

4.3.3. Teor de açúcares redutores

De acordo com a Figura 24, o aumento na dose de nitrogênio até 90 kg ha⁻¹, promoveu uma redução de 12,7% no teor de glicose, com o valor mínimo de 5,72 %. A partir da dose 90 kg ha⁻¹ o teor de glicose aumentou 15 % em comparação ao valor mínimo, apresentando o valor máximo de 6,79 %. Sendo superior ao encontrado por Aguilar et al. (2013) que relataram um valor médio de 4 % entre as diferentes variedades abóbora e jerimum comercializado no México.

Esse efeito do nitrogênio sob o teor de glicose está de acordo com o encontrado por BIESIADA et al. (2009) avaliando o efeito da adubação nitrogenada na composição química dos frutos de variedade de jerimum cultivada na Polônia. Podendo inferir que a cultura do jerimum caboclo se mostra superior às variedades de abóbora avaliadas no presente trabalho no que se refere ao aporte de açúcares redutores nos frutos.

Araújo et al. (2011) avaliando o comportamento da abobrinha-de-moita adubada com potássio, observaram que os maiores valores de glicose foram nas doses de 0 e 400 kg K₂O ha⁻¹. O teor de açúcares redutores na cultura da melancia repercutiu de forma contrária, o nitrogênio promoveu o aumento até a dose 150 kg ha⁻¹ (BARROS et al., 2012). Efeito também contrário ao observado por Muttucumaru et al. (2013), analisando o efeito do nitrogênio nos teores de açúcares e amido em batatas.

As Cucurbitáceas diferem das demais plantas, quanto a translocação de sacarose para o fruto, sendo que a maioria das plantas realizam o metabolismo de sacarose por meio dos fotoassimilados, entretanto nas cucurbitáceas ocorre que a rafinose e sacarose após serem translocada para o fruto, passam pelo metabolismo da galactose ou hidrolítico através da ação da galactosidase, ocorrendo essa etapa antes do metabolismo da sacarose (YIFEI, et al., 2010). O que indica que o acúmulo de sacarose no fruto ocorre de forma mais complexa, envolvendo complexo de enzimas.

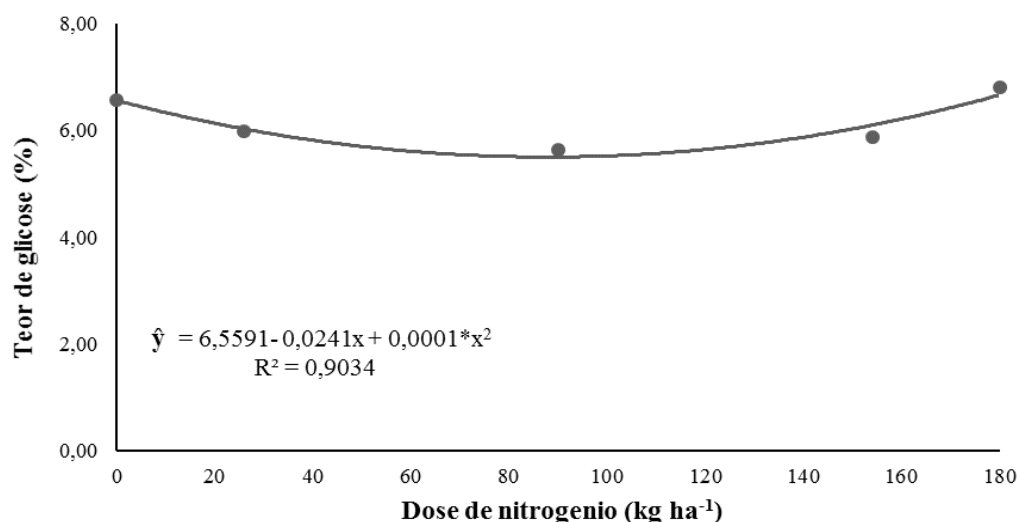
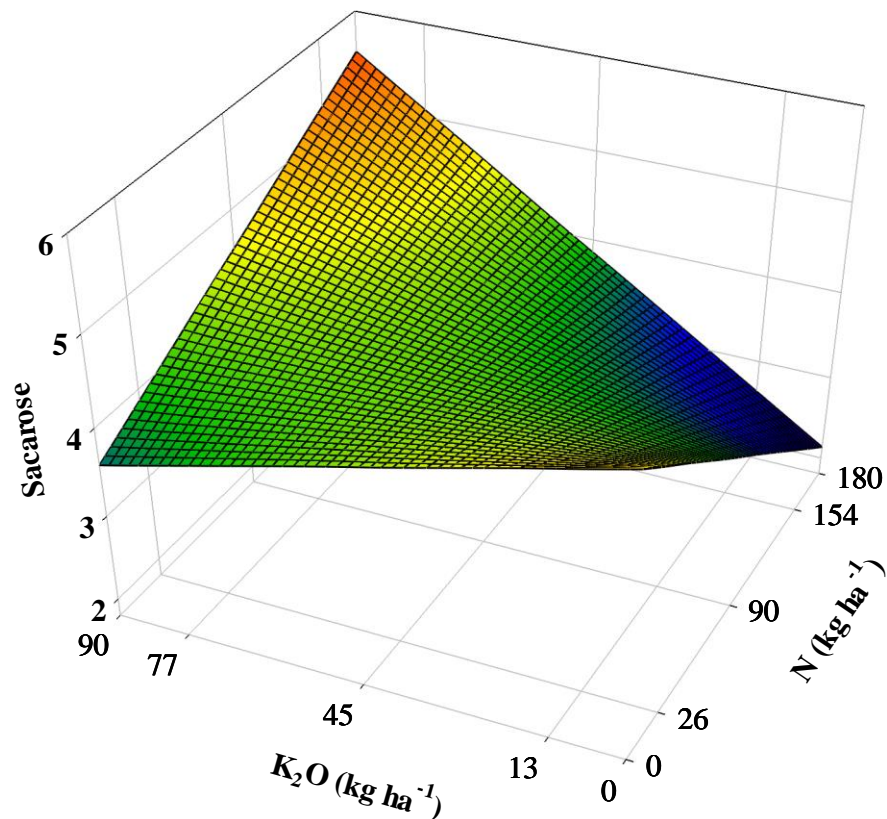


Figura 24. Teor de açúcares redutores (glicose) de frutos de jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio.

4.3.4. Teor de sacarose

De acordo com a Figura 25, a interação nitrogênio x potássio, promoveu o aumento linear no teor de sacarose dos frutos, no qual os maiores valores foram sob a dose de 90 kg ha⁻¹ de K e 180 kg ha⁻¹ de N, com valores próximos a 5.6 % de sacarose. Esses valores foram superiores aos encontrados por Aguila et al. (2013) ao analisarem a composição química das abóboras e jerimuns comercializado no México, onde os frutos apresentaram valor médio de 3, 81 g/kg.

Esse aumento no teor de sacarose promovido pelo potássio e o nitrogênio, pode estar relacionado com a ativação das enzimas da biossíntese de sacarose devido à alta concentração de potássio. A síntese de sacarose a enzima sacarose-fosfato que catalisa a conversão da UDP-glicose e frutose-6-fosfato em sacarose-fosfatase, do qual é convertido de sacarose-6-fosfato para sacarose (WIND, et al., 2010).



$$\hat{y} = 5,02 - 0,016N - 0,0159**K + 0,0003**NxK \quad R^2 = 0,8640$$

Figura 25. Valores de sacarose do fruto do Jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio e potássio.

4.3.5. Teor de amido

O nitrogênio influenciou no teor de amido do fruto de acordo com a Figura 26, promovendo o aumento à medida que elevou a dose de nitrogênio até 120 kg ha⁻¹, dose acima desta 120 propiciaram uma leve redução. Os dados estão em conformidade ao encontrado por Belmiro et al. (2010) avaliando a composição de grãos de abóbora durante o armazenamento.

O consumo de jerimum com elevado teor de amido possibilita fonte energética necessária para o consumidor. A produção de amido pela planta tem como função de ser um carboidrato de reserva e armazenamento, sendo que representa parte do consumo calórico diário da população (TETLOW, 2010). Alguns amidos são resistentes à passagem pelo trato

digestivo superior para cólon, produzindo composto metabólicos, que são importantes na redução dos percussores do câncer de cólon, regulação sistemática de nutriente, metabolismo e secreção de hormônio, resultando em melhoria da saúde física e mental (BIRT et al., 2016).

A biossíntese do amido é realizada através da ativação de várias enzimas bem como vários meios, a pirofosfolirase (AGPase) encontra-se em maior presença nos cloroplasto sob a incidência de luz a glucose-1-fosfato e é sintetizada por meio de composto intermediário, como triose de fosfato, isomerase de fosfogluose e fosfoglucomutase do ciclo de Calvin-Benson, tal processo requer o uso de energia na forma de ATP oriundos da fotofosrilação na membrana do tilacoide (TAIZ & ZEIGER, 2013; GEIGENBERGER, 2011).

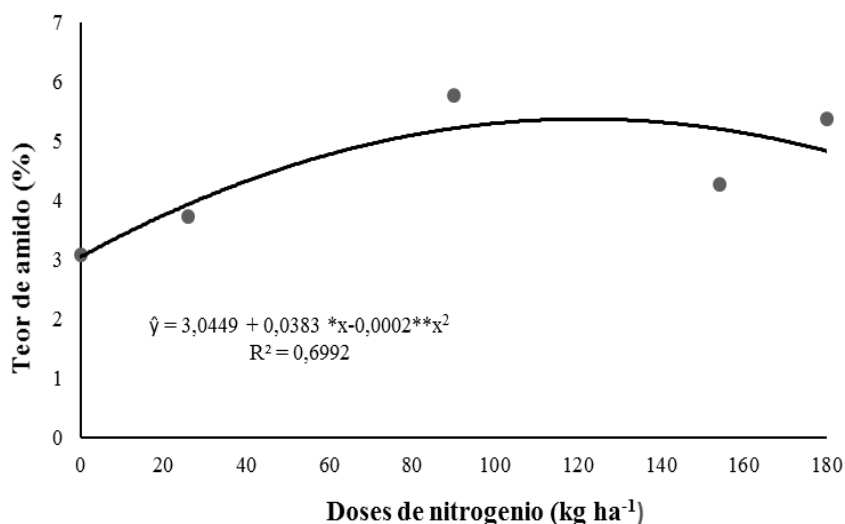


Figura 26. Teor de amido de fruto de jerimum caboclo, no solo com doses de nitrogênio.

4.3.6. Vitamina C

De acordo com a Figura 27, o teor de vitamina C aumentou até a dose de 33 kg ha⁻¹ de potássio, apresentando logo em seguida uma redução do teor. Os valores apresentados na Figura 24 são semelhantes aos encontrados por Biesiada et al (2011), variando de 14, 69 a 27,21 mg/100g, no qual foi avaliaram o efeito de nitrogênio em duas espécies de *Cucurbita maxima*, cultivadas na Polônia. Foram também superiores ao encontrado por Zinash et al. (2013) que foi respectivamente de 6 a 11 mg/ 100g, na qual analisaram a qualidade de acessos de Jerimum e abóbora na Etiópia.

A elevação do teor de vitamina C no fruto tem papel importante na qualidade, tendo em vista as inúmeras funções que a vitamina C desempenha no metabolismo humano. A vitamina C promove maior proteção contra a alta oxidação no meio aquoso da célula, desenvolvendo a função de redutor, além disso, é considerada uma substância quimiopreventiva (COUTO et al., 2010; SILVA & NAVES, 2001). Substância antioxidante tem a capacidade de inibir a oxidação, diminuindo a concentração de radicais livres no organismo, por meio da absorção dos radicais (VIANA et al., 2015). Essas substâncias também estão relacionadas com mecanismos fisiológicos que induz a atividade de enzimas antioxidantes, ou mesmo como sinalizadores que ativam ou inibem enzimas do processo cancerígeno (SHAHIDI et al., 2007).

O fornecimento adequado de nutrientes para as culturas agrícolas pode alterar a concentração de nutrientes dos produtos agrícolas, nisto vem sendo desenvolvido cultivares com altos teores de vitaminas e de micronutrientes, com intuito de diminuir as deficiências nutricionais da população mundial, bem como garantir a segurança alimentar (BOARETTO & MORAES, 2010; MORAES et al., 2009). Essa prática vem sendo amplamente divulgada como processo de biofortificação. Quando o processo de biofortificação por meio do uso de adubação é denominada biofortificação agrônômica (BOARETTO & MORAES, 2010).

O jerimum e a abóbora são ricos em carotenoides que por sua vez é precursor da Vitamina A, ferro, cálcio, magnésio, potássio e vitaminas B e C (RAMOS et al., 2010; CARVALHO et al., 2011.). São considerados frutos com capacidade antioxidante. No vegetal os principais antioxidantes encontrados são os carotenoides (alfa, betacaroteno, licopeno), vitamina E, compostos fenólicos e vitamina C e flavonoides (flavona, isoflavona) entre outros. (SMIDERLE, 2013; BOARETTO & MORAES, 2010).

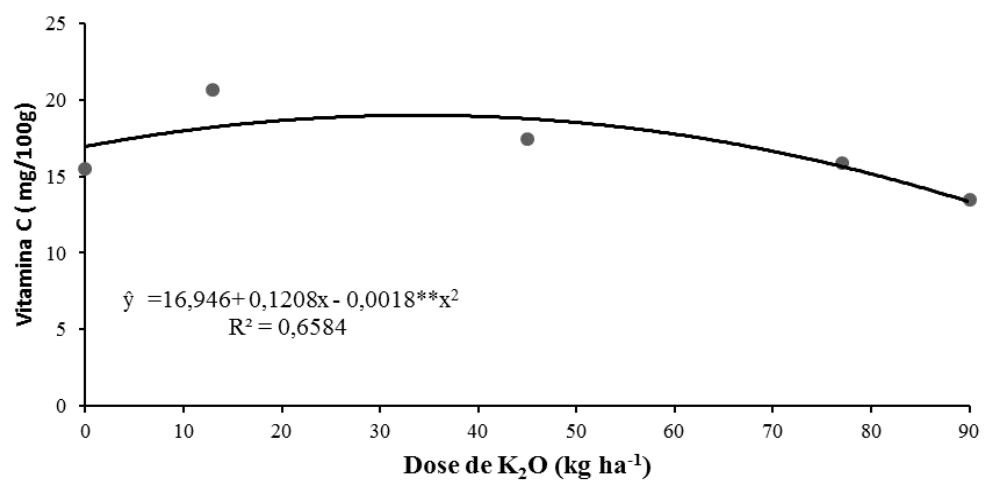


Figura 27. Valores de vitamina C do fruto de jerimum caboclo, no solo com doses de potássio.

5. CONCLUSÕES

A adição de potássio elevou o teor de potássio com reflexo positivo na soma de base trocáveis e capacidade de troca catiônica, porém o teor de cálcio no solo foi reduzido com o aumento das doses de potássio.

A adubação nitrogenada e potássica interferiu significativamente no índice de clorofila *b*, promovendo um aumento, entretanto os demais parâmetros fisiológicos, observou respostas diferentes e isoladas em função de cada nutriente.

O nitrogênio promoveu estimulou o número de fruto e a produção por planta. Nitrogênio e o potássio promoveram aumento no comprimento e no teor de sacarose do fruto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, Y. M.; NAVARRO, M. V.; ESPINOSA, M. E.; YERO, O. M.; RAMIREZ, R. C.; MURKOVIC, M.; LÓPEZ, J. C. **Investigation of the variable chemical composition of the seeds of five cultivars of *Cucurbita maxima* and *C. moenchii* from Cuba and Mexico.** ERNUTRITION, v. 37, n. 12, p. 445-452, 2013.

AHANGER, M. A.; ARGAWALL, R. M.; TOMAR, N. S.; SHRIVASTAVA, M. **Potassium induces positive changes in nitrogen metabolism and antioxidant system of Oat (*Avena sativa* L cultivar Kent).** Journal of Plant Interactions. DOI: 10.1080/17429145.2015.1056260, 2015.

ALEKAR, A.; HIRVE, P. S.; DESHMUKH, G. N.; KARDE, R. P. **Study the effect of integrated nutrient management on yield and nutrient uptake in pumpkin.** Journal of horticulture, v.2, n.2, p.1-3, 2015.

AMARO, G. B.; PINHEIRO, J. B.; LOPES, J. F.; DENIZETE.; CARVALHO, A. D. F.; FILHO, M. M.; VILELA, N. J. **Recomendações técnicas para o cultivo de abóbora híbrida do tipo japonesa.** Brasília: Embrapa Hortaliças, Circular técnica, p. 8, 2014.

APEZZATO-DA-GLORIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**, ed.2. Viçosa: Editora UFV, p. 158, 2006.

ARAUJO, H. S.; CARDOSO, A. I. I.; JUNIOR, M. X. O.; MAGRO, F. O. **Teores e extração de macronutrientes em abobrinha-de-moita em função de doses de potássio em cobertura.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.10, n.3, p. 389-395, 2015.

ARAUJO, H. S.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M.; TAKATA, W. H. S.; SILVA, E. G. **Características físico-químicas de frutos de abobrinha-de-moita em função de doses de potássio em cobertura.** Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, v.8, n.2, 242-249.p, 2014.

ARAUJO, H. S.; QUADROS, B. R.; CARDOSO, A. I. I.; CORRÊA, C. V. **Doses de potássio em cobertura na cultura da abóbora.** Revista de pesquisa agropecuária tropical: Goiânia, v.42, n.4, p. 469-475, 2012.

ARAUJO, H. S.; JUNIOR, M. O.; MAGRO, F. O.; CARDOSO, A. I. **Doses de potássio na produção de frutos de abobrinha italiana.** Revista de Ciências Agrárias. v.36, n.3, p.303-309, 2013.

ARAUJO, W. E.; BARROS, M. M.; MEDEIROS, R. D.; CHAGAS, V. A.; NEVES, L. T. B. C. **Crescimento e produção da melancia submetida a doses de nitrogênio.** Revista Caatinga, v.24, n. 4, p. 80-85, 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods as analysis of the association of official analytical chemistry.** 11, ed. Washington, p.1015, 1970.

BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. **Handbook of Plant Nutrition**, New & York: Editora CRC Taylor & Francis, p.21, 2006.

BARROS, M. M.; ARAUJO, W. F.; NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, A. J.; TOSIN, J. M. **Produção e qualidade da melancia submetida a adubação nitrogenada.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.10, p.1078-1084, 2012.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Lehrbuch der Lebensmittelchemie.** Springer, p. 25, 2007.

BELMIRO, T. M. C.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEREIDO, R. M. F.; FERNANDES, T. K. S.; BEZERRA. **Alterações químicas e físico-químicas em grãos de abóbora durante o armazenamento.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 9, p. 100-1007, 2010.

BIESSIADA, A.; NAWIRSKA, A.; KUCHARSKA, A.; SOKÓL-LETOWSKA, A. **The effect of nitrogen fertilization methods on yield and chemical composition of pumpkin (*Cucurbita maxima*) fruits before and after storage.** Vegetable Crops Bulletin, v. 70, p. 203-211, 2009.

BIHMIDINE, S.; BAKER, R. F.; HOFFNER, C.; BRAUN, D. M. **Sucrose, accumulation, in sweet sorghum stems occurs by apoplasmic phloem unloading and does not involve differential Sucrose transporter expression.** BMC Plant Biology, v. 186, n. 15, p. 2-22, 2015.

BLANK, A. F.; SILVA, T B.; MATOS, M. L.; FILHO, J. L. S. C.; SILVA-MANN, R. S. **Parâmetros genotípicos, e fenotípicos e ambientes para caracteres morfológicos e agrônômico em abóbora.** Revista Brasileira e Horticultura. v.31, p.106-111. 2013.

BOARETTO, A. E.; MORAES, M. F. **Contribuição da nutrição adequada para a qualidade dos alimentos.** In: PADRO, R. M.; FILHO, A. B. C.; CORREA, M. A. R.; PUGA, A. P. **Nutrição de plantas: Diagnose foliar em hortaliças.** Jaboticabal; Editora FUNEP, p. 14, 2010.

BOHNER, A.; KOJIMA, S.; HAJIREZ, M.; MELZER, M.; WIREN, N. **Urea retranslocation from senescing Arabidopsis leaves is promoted by DUR3-mediated urea retrieval from leaf apoplast.** The Plant Journal, v. 81, p. 377-387, 2015.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos.** Porto Alegre: Boockman, p. 476, 2013.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK. **Regulação da absorção e assimilação de nitrogênio nas plantas.** Revista rural, v,30, n.2, p. 365-372, 2000.

BRUNETTO, G.; GIROTTI, E.; MELO, G. W.; SANTOS, H.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; VIEIRA, R. C. **Aplicação foliar de nitrogênio em videiras: Avaliação do teor na folha e das reservas nitrogenadas e de carboidratos nas gemas dos ramos do ano.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 30, n. 4, p. 1119-1123, 2008.

CARVALHO, P. G. B.; PEIXOTO, A. A. P. FERREIRA, M. A. J. F. **Caracterização de abóboras quanto aos teores de carotenoides totais alfa-e-beta caroteno.** Brasília: Boletim técnico da EMBRAPA HORTALIÇA, 9.p, 2011.

CHARDON, F.; GAUFICHON, L.; SUZUKI, A. **Nitrogen, uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture.** Annals of Botany, v. 105, p. 1141-1157,2010.

COELHO, F. S.; FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M.; NEVES, J. C. L.; SILVA, M. C. C.; BRAUN, H. **Área foliar e massa seca de cultivares de batata em função da adubação nitrogenada.** Revista Brasileira de Horticultura, v. 27, n. 2, p. 774-778. 2009.

COSTA, A. R.; REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L.; GONÇALVES, A. C. A.; FRIZZONE, J. A. **A cultura da abrobinha italiana (cucurbita pepo L.) em ambiente protegido utilizando a fertirrigação nitrogenada e potássica.** Revista irriga: Botucatu-SP, v.20, n.1, p. 105-127, 2015.

COUTINHO, NETO, A. M.; JUNIOR, V. O.; CARDOSO, S. S.; COUTINHO, E. L. M. **Produção de matéria seca e estado nutricional do rabanete em função da adubação nitrogenada e potássica.** Revista Nucleus, v.7, n.2, p.105-114, 2012.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. **Quantificação de vitamina C e a capacidade antioxidante de variedades cítricas.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n.1, p. 15-19, 2010.

DENTON, R. M. **Regulation of mitochondrial dehydrogenases by calcium ions.** Revista Acta Biochimica et Biophysica, p.1309-1316. 2009.

DONAGEMA, G. K. et al. (Org) **Manual de métodos de análises de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p.230, 2011.

EL-HENDAWY, S.; HU, Y.; **Growth, ion content, gas exchange, and water relations of wheat genotypes differing in alt tolerance**. Australian Journal of Agricultural Research, v. 56, p.123-134, 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Análise do Solo**. 3ed. Rio de Janeiro, (Embrapa-CNPS, Documentos, 132), p. 230, 2011.

EMBRAPA- **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos: Sistema Brasileiro de classificação de solos**. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 353, 2013.

EMEPA. Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba. Disponível em:<<http://adcon.rn.gov.br>>. Acesso em 10 de abril de 2016.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. Ed. Londrina: Editora Planta, p.392, 2006.

EREL, R.; YERMIYAHU, U.; BEM-GAL, A.; DAG, A.; SHAPIRA, P.; AMNON, S. **Modification of no – stomatal limitation and photoprotection due to K and Na nutrition of olive trees**. Journal of Plant Physiology, v. 177, p. 1-10, 2015.

FAO. **Agricultural production, primary crops**. 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em: 16 jun. 2016.

FERREIRA, M. M.; FERREIRA, G.; FONTES, P. C.; DANTAS, J. P. **Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo**. Revista Brasileira de Horticultura, v. 21, n. 3, p. 468-473, 2003.

FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, J. S.; GHEYI, H. R.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. S. **Atributos químicos do solo e estado nutricional de coqueiro anão fertigado com nitrogênio e potássio**. Revista Caatinga, v. 27, n. 3, p. 30-40, 2014.

FERNANDES, C. N. V. **Lâminas de irrigação, doses e formas de aplicação de nitrogênio e potássio na cultura da abobrinha**. 95.p, Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em engenharia agrícola, 2015.

FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 281-288, 2006.

FONTES, P. C. R. **Nutrição mineral de hortaliças: horizontes e desafios para um agrônomo**. Revista Brasileira de Horticultura, v.32, n.3, p. 247-253, 2014.

GEIGENBERGER, P. **Regulation of starch biosynthesis in response to a fluctuating environment.** Plant Physiology, v. 155, n. 4, p. 1566-1577, 2011.

GONÇALVES, A. S. F.; GONÇALVES, W. M.; JESUS SILVA, K. M.; OLIVEIRA, R. M. **Uso da biofortificação vegetal: uma revisão.** Revista Cerrado Agrociências, v. 6, p. 75-87, 2015.

GRIFFIN, K. I.; HESKEL, M. **BreaKing the cycle: how light, CO₂ and O₂ affect plant respiration.** Plant, Cell & Environment, v.36, p. 498-500, 2013.

GUANTER, L.; ZHANG, Y.; JUNG, M.; JOINER, J.; VOIGT, M.; BERRY, J. A.; FRANKENBERG, C.; HUETE, A. R.; ZARCO-TEJEDA.; LEE, J.; MORAN, S.; PONCE-CAMPOS, G.; BEER, C.; CAMPS-VALLS, G.; BUCHMANN, N.; GIANELLE, D.; KLUMPP, K.; CESCATTI, A.; BAKER, J. M.; GRIFFIS, T. **Global and time-resolved monitoring of crop photosynthesis with chlorophyll fluorescence.** PNAS, v. 10, p. 1327-1333.

GUO, W.; NAZINF, H.; LIANG, Z.; YANG, D. **Magnesium deficiency in plants: Na urgente problem.** The Crop Journal, p. 83-91, 2016.

HAUENSTEIN, M.; CHIRST, B.; DAS, A.; AUBRY, S.; HORTENSTEINER. **A role fo r TIC55 as hydroxylase of phyllobilins, the products of chlorophyll break down plant senescence.** Plant Cell Advance Publication, v.21, p. 1-45, 2016.

HUBER, D. M.; JONES, J. B. **The role of magnesium in plant disease,** Revista Plant Soil, v. 368, n. 1, p. 73-85, 2013.

HONG-BIAO, H.; WEN-JING, Z.; BING-LIN, C.; YOU-HUA, W.; HONG-MEL, S.; ZHI-GUO, Z. **Changes in C/N of ratio of subtending leaf of cotton boll and its relationship with cotton boll dry matter accumulation and distribution.** Acta Agronomica Sinica, v. 34, n. 2, p. 254-260, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 2. Ed. São Paulo, v.1, p. 371, 2008.

INTITUTO DE TERRAS E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DO ESTADO DA PARAÍBA-INTERPAR. **Mesorregião do Agreste Paraibano; Microrregião do Curimataú Ocidental.** Portaria/GAB/PRESI/ N° 010/08. Define as áreas de circunscrição das atividades dos núcleos regionais de Araruna. Alagoinha Teixeira, Catolé do Rocha, Piancó, conforme anexo I a esta portaria. Diario Oficial, Cabedelo, 2008.

IVANOV, A.; SANE, P.; HURRY, V. Photosystem II reaction centre quenching: mecanismo and physiological role. *Revista Photosynth*, v. 98, p. 565-574, 2008.

JIN, H.; HUANG, J. Q.; LI, X. Q.; ZHENG, B. S.; WU, J. S.; WANG, Z. J.; LIU, G. H.; CHEN, M. **Effects of potassium supply on limitations of photosynthesis by mesophyll diffusion conductance in *Carya cathayensis***. *Tree Physiology*, v. 31, p. 1142-1151, 2011.

KULCHESKI, F. R.; CÔRREA, R.; GOMES, I. A.; LIMA, J. C.; MARGIS, R. **NPK macronutrientes and microRNA homeostasis**. *Frontiers in Plant Science*, v. 6, p. 1-19, 2015.

KUMAGAI, E.; ARAKI, T.; KUBOTA, F. **Correlation of de chlorophyll meter readings with gas Exchange and chlorophyll fluorescence in flagofrace (*Oryza sativa* L.) plants**. *Revista Plant Production Science*, v.12, n.1, p.50-53, 2009 a.

KUMAGAI, E.; ARAKI, T.; KUBOTA, F. **Characteristics of gas Exchange and chlorophyll fluorescence during senescence off lagle af in diferente rice (*Oryza sativa* L.) cultivars grow nunder Nitrogen-Deficient condition**. *Revista Plant Production Science*, v.12, n.3, p.285-292, 2009 b.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, p. 86-89, 2006.

LI, Y.; REN, B.; DING, L.; SHEN, Q.; PENG, S.; GUO, S. **Does chloroplast size influence photosynthetic nitrogen use efficiency**. *PLOS ONE*, v. 8, n. 4, p. 1-10, 2013.

LI, H.; LI, M.; LUO, J.; CAO, X.; QU, L.; GAI, Y.; JIANG, X.; LIU, T.; BAI, H.; JANZ, D.; POLLE, A.; PENG, C.; LUO, Z. B. **N-fertilization has diferente effects on the growth, carbon and nitrogen physiology, and wood properties of slow-and fast-growing, populous species**. *Journal of Experimental Botany*, v. 63, n. 17, p. 6173- 6185, 2012.

LIU, X.; FAN, Y.; LONG, J.; WEI, R.; KLELGREN, R.; GONG, C.; ZHAO, J. **Effects of soil and nitrogen availability on photosynthesis and water use efficiency of *Robinia pseudoacacia* seedlings**. *Journal Environmental Sciences*, v. 25, n. 3, p. 585-595, 2013a.

LONG, S. P.; AINSWORTH, E. A.; ROGERS, A.; ORT, R. R. **Rising atmospheric carbon dioxide: plants Face the future**. *Annu. Rev. Plant Biol.* V. 55, p. 1005-1013, 2004.

LOPES, A. S.; GUILERME, L. R. G. **Interpretação de análise de solo: Conceitos e aplicações**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, p. 16, 2004.

LU, Z.; LU, J.; PAN, Y.; LI, X.; CONG, R.; REN, T. **Genotypic variation in photosynthetic limitation responses to K deficiency of *Brassica napus* is associated with potassium utilization efficiency**. *Functional Plant Biology*, v. 43, p. 880-891, 2016.

MALAVOLTA, E.; GOMES, E. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos é Adubação**. São Paulo; Nobel, p. 11-12, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A.; **Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações**. 2.Ed, Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, p. 67-70, 1997.

MALLER, A.; REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L.; HARA, A. T.; OLIVEIRA, J. M. **Cucurbita pepo nitrogen fertigation in greenhouse environments**. African Journal of Agricultural Research, v. 43, n. 10, p. 4062-4066, 2015.

MALVI, U. R. **Interaction of micronutrientes with major nutrientes whit special reference to potassium**. Karnatak Journal Agric. Sci, v.24, n.1, 2011.

MANN, C. C. **Genetic engineers aim to soup up crop photosynthetic**. Science, v. 238, p. 314-316, 1999.

MARSCHENER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3.Ed, San Diego-EUA; Academic Press. 2001- 2005.p, 2012.

MARTINETTI, L.; PAGANINI, F. **Effect of organic and mineral fertilization on yield and quality of zucchini**. Acta Horticulture, v. 700, p. 125-128, 2006.

MARTINS, L. H. P. **Variabilidade genetica e conservacao de Cucurbita maxima Duchesne pela agricultura familiar na Amazonia centro – occidental**. p. 153. Tese do Programa Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, 2015.

MASCLAUX-DAUBRESSE, C.; DANIEL-VEDELE, F.; DECHORGNAT, J.; CHARDON, F.; GAUFICHOM, L.; SUZUKI, A. **Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture**. Annals of Botany, v. 105, p. 1141- 1157, 2010.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. **Chlorophyll fluorescence-a practical guide**. Journal of Experimental Botany, v.51, n.345, p. 659-668, 2000.

MEDEIROS, J. S.; OLIVEIRA, F. H. T.; SANTOS, H. C.; ARRUDA, J. A.; VIEIRA, M. S. **Formas do potássio em solos representativos do estado da Paraíba**. Revista Ciência Agronômica; Fortaleza, v.45, n.2, p. 417-426, 2014.

MIELNICZUK, J. **Manejo conservacionista da adubação potássica**. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 165-178, 2005.

MORAES, M. F.; NUTTI, M. R.; WATANABE, E.; CARVALHO, J. L. V. **Práticas agrônômicas para aumentar o fornecimento de nutrientes e vitaminas nos produtos agrícolas alimentares.** In : LANA, R. P.; MÂNCIO, A. B.; GUIMARÃES, G.; SOUZA, M. R. M. I Simposio Brasileiro de Agropecuária Sustentável. Viçosa: Departamento de Zootecnia – UFV. Cap, 18, p. 299-312, 2009.

MORAIS, T. P.; BRITO, H. C.; FERREIRA, A. S.; LUIZ, J. M. Q. **Aspectos morfofisiológicos de planta de milho e bioquímico do solo em resposta a adubação nitrogenada e a inoculação com *Azospirillum brasilense*.** Revista Ceres, v. 62, n. 6, p. 507-509, 2015.

MUTTUCUMARU, N.; POWERS, S. J. ELMORE, J. S.; MOTTRAM, D. S. **Effects of nitrogen and sulfur fertilization on free amino acids, sugars, and acrylamide-forming potential in potato.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 61, n. 27, 2013.

NUTTI, M.; CARVALHO, J. L. V.; WATANABE, E. **A biofortificação como ferramenta para combater as deficiências em micronutriente.** Embrapa Agroindústria de Alimentos, p. 20, 2006.

OLIVEIRA, F. A.; MARTINS, D. C.; OLIVEIRA, M. M. T.; NETA, M. L. S.; RIBEIRO, M. S. S.; SILVA, R. T. **Desenvolvimento inicial de cultivares de abóboras e morangas submetidas ao estresse salino.** Revista Agro@mbiente, v. 8, n. 2, p. 222-229, 2014.

OLOYEDE, F. M.; GO, A.; OBISESAN, I. O. **Effect of NPK fertilizer on fruit yield and yield components of pumpkin (*Cucurbita pepo* Linn).** African Journal of Food Agriculture nutrition and development, v. 13, n. 3, p. 7756-7771, 2013.

PEITER, E. **The plant vacuole: Emitter and receiver of calcium signals,** Revista Cell Calcium, v.50, pg. 120-128, 2011.

PEDROSA, M. W.; MASCARENHAS, M. H. T.; FREIRE, F. M.; VIANA, M. C. M.; GONÇALVES, L.; LARA, J. F.; FERREIRA, P. C. **Produção e qualidade da moranga híbrida em resposta a dose de nitrogênio.** Revista Brasileira de Horticultura, v.30, n. 2, p. 355-358, 2012.

PESSARAKLI, M. **Handbook of plant and crop physiology.** ed.2, New York; Marcel Dekker, p. 265, 2002.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical,** Seropédica: Edur, p. 132, 1998.

POLETTTO, N. **Nitrogenio no solo e na planta e o manejo de adubação nitrogenada em cevada no sistema de plantio direto**. Dissertação do programa de Fitotecnia;UFSM, p.109, 2004.

PONTES, C. A. **Trocas gasosas e qualidade dos frutos de meloeiro amarelo cultivado em diferentes temperaturas**, p.65. Dissertação do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. UFRSA: Mossoró-RN, 2014.

PORCAR-CASTELL.; TYYSTJARVI, E.; ATHERTON, J.; TOL, C. V.; FLEXAS, J.; PFUNDEL, E. E.; MORENO, J.; FRANKENBERG, C.; BERRY, J. **Linking chloropyll a fluorescence to photosynthesis for remote sensing applications: mechanisms and challenges**. Journal of Experimental Botany Advance Access published, v. 171, p. 1-32, 2014.

PORTO, M. L.A.; PUAITTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECOM, P. R.; ALVES, J. C. **Produtividade e acúmulo de nitrato nos frutos da abóbora “Tetsukabuto” em função da adubação nitrogenada**. Revista Brasileira de Horticultura, v.32, n.3, p. 280-285, 2014.

PORTO, M. L. A.; PUAITTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECOM, P. R.; ALVES, J. C.; ARRUDA, J. A. **Produtividade e acúmulo de nitrato nos frutos de abobrinha em função da adubação nitrogenada**, Revista Bragantia, v. 71, n. 2, p. 190-195, 2012

PRANDHAN, S. K.; PITKANEN, S.; TANSKI, H. H. **Fertilizer valueo f urine im pumpkin(*Cucurbita máxima L.*) cultivation**. Agricultural and food Science, v.18, p. 57-68, 2009.

RAMOS, B. Z.; TOLEDO, J. P. F.; LIMA, J. M.; SERAFIM, M. E.; BASTO, A. R. R.; GUIMARQUES, P. T. G.; COSCIONE, A. R. **Doses de gesso em cafeeiro: influencia nos teores de cálcio, magnésio, potássio e pH, na solução de um latossolo vermelho distrofico**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.37, p.1018-1025, 2013.

RAMOS, S. R. R.; LIMA, N. R. S.; ANJOS, J. L.; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, I. R.; SOBRAL, L. F.; CURADO, F. F. **Aspectos técnicos do cultivo de abóbora na região nordeste do Brasil**. Aracaju: Boletim técnico da EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, p. 07-18, 2010.

RECH, E. G.; FRANKE, L. B.; BARROS, I. B. I. **Adubação orgânica e mineral na produção de semente de abobrinha**. Revista Brasileira de Sementes, v. 28, n. 2, p. 110-116, 2006.

REICHARD, P. **Ribonucleotide reductases: the evolution of allosteric regulation**. Arch Biochem Bio phys, v. 397, p. 140-155, 2002.

RESENDE, G. M.; BORGES, R. M.; GONÇALVES, N. P. **Produtividade da cultura de abóbora em diferentes densidades de plantio no Vale do São Francisco**. Revista Brasileira de Horticultura, v.31, p.504-508, 2013.

RODRIGUES, J. C.; VILAR, C. C.; VILAR, F. C. M.; NETO, A. M. O.; BOTTEGA, E. L. **Levantamento da utilização das recomendações técnicas quanto a amostragem de solo, calagem e uso de fertilizantes minerais, no cultivo da soja, no município de Mato Rico-PR**. Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias, v, 10, n. 1, p. 18-30, 2005.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, p.8, 2010.

SABREEN, K. H.; IBRANHEIM, A.; MOHSEN, A.A. M. **Effect of chitosan and nitrogen rates on growth and productivity of summer squash plants**. Middle East Journal of Agriculture Research, v. 4, n.4, p. 673-681, 2015.

SHAHIDI, F. ALASALVAR, C.; LIYANA-PATHIRANA, C. M. **Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (*Corylus avellane*) and hazelnut by products**. Journal of Agriculture and Food Chemistry, v. 55, p. 1212-1220, 2007.

SANTOS, G. R.; CASTRO NETO, M. D.; ALMEIDA, H. S. M.; RAMOS, L. N.; SARMENTO, R. A.; LIMA, S. O.; ERAMOS, E. A. **Effecto nitrogen doses on diseases everity andw ate rmelon yield**. Revista Horticultura Brasileira, v.27, p.330-334, 2009.

SAS INSTITUTE Inc. **SAS/STAT 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc, p. 8621, 2011.

SERAFIM, M. E.; LIMA, J. M.; LIMA, V. M. P.; ZEVIANI, W. M.; PESSONI, P. T. **Alterações físico-químicas e movimentação de íons em latossolo gibbsitico sob doses de gesso**. Bragantia, v. 71, p. 30-40, 2012.

SILVA, L. R. S.; SALAMANCA-JIMENEZ, A.; DOANE, T. A.; HORWATH, W. R. **Carbon dioxide level and formo f soil nitrogen regulate assimilation of atmospheric ammonia in Young trees**. Nature Scientific Reports, v. 5, p. 131-141, 2015.

SILVA, M. C.; SILVA, T. J. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; FARIAS, L. N. **Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: Campina-Grande, v.18, n.6, p.581-587, 2014.

SILVA, L. V.; OLIVEIRA, G. Q.; SILVA, M. G.; NAGEL, P. L.; MACHADO, M. M. **Doses de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de abobrinha no município de Aquidauana-MS**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 6, n. 3, p. 447-451, 2011.

SILVA, C. R. M.; NAVES, M. G. V. **Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer**. Revista de Nutrição, v. 14, n. 2, p. 135-145, 2001.

SINGH, S. K.; REDDY, V. R.; FLEISHER, D. H.; TIMLIN, D. J. **Relationship between photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence in soybean under varying phosphorus nutrition at ambient and elevated CO₂**. Revista Photosynthetic, v. 55, p. 1-13, 2016.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; PEREIRA, E. D.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; MARINHO, A. B.; AZEVEDO, B. M. **Fertirrigação potássica na cultura do morango no litoral Cearense**. Revista Bragantia, v.73, n.1, p 39-44, 2014.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, p. 428, 1967.

SUN, J.; YE, M.; PENG, S.; LI, Y. **Nitrogen can improve the rapid response of photosynthesis to changing irradiance in rice (*Oryza sativa* L.) plants**. Revista Nature. doi: 10.1038/srep31305. 2016.

TAIZ L.; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**, ed.3. Porto Alegre: Editora Artmed, p. 114-123, 2013.

TANAKA, Y.; KUMAGAI, E.; TAZOE, Y.; ADACHI, S.; HOMMA, K. **Leaf photosynthesis and its genetic improvement from the perspective of energy flow and CO₂ diffusion**. Plant Production Sciencia, v. 17, n.2, p. 111-123, 2014.

TETLOW, I. J. **Starch biosynthesis in developing seeds**. Journal Cambridge, v. 21, n. 1, p. 5-32, 2010.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; ARAUJO, H. S. **Calagem e adubação da abobrinha italiana (*Cucurbita pepo*), abóbora brasileira (*Cucurbita mochata*), moranga (*Cucurbita máxima*) e abóbora japonesa (híbrida)**. Campinas; Boletim técnico do IAC, p.1- 8, 2014.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, planta e outros matérias**. 2 ed. Porto Alegre: Departamento de solo, UFRGS, 174.p, 1995.

TEMÓTEO, A. S.; MEDEIROS, J. F.; DRUTA, I.; OLIVEIRA, F. A. **Crescimento e acúmulo de nitrogênio e potássio pelo melão pele de sapo fertirrigado**. Revista Irriga, Botucatu-SP, v. 15, n. 3, p. 275-281, 2010.

USDA National Nutrient Data base for Standard Reference. 2006 Release 19. <http://www.nal.usda.gov/finic/foodcomp>.

VALKAMA, E.; SALO, T.; ESALA, M.; TURTOLA, E. **Grain quality and N uptake of spring cereals as affected by nitrogen fertilization under Nordic conditions: a meta-analysis.** *Agricultural and Food Science*, v. 22, p. 208-222, 2013.

VIANA, M. M. S.; CARLOS, L. A.; SILVA, E. C.; PEREIRA, S. M. F.; OLIVEIRA, D. B.; ASSIS, M. L. V. **Composição fitoquímica e potencial antioxidante de hortaliças não convencionais.** *Revista Brasileira de Horticultura*, v. 33, n. 4, p. 504-509, 2015.

ZINASH, A.; WORKNEH, T. S.; WOLDETSADIK, K. **Effect of accessions on the chemical quality of de fresh pumpkin.** *African Journal of Biotechnology*, v. 51, n. 12, p. 7092-7098, 2013.

ZIVCAK, M.; OLSOVSKA, K.; SLAMKA, P.; GALAMOSOVA, J.; RATAJ, V.; SHAO, H.; KALAJI, H.; BRESTIC, M. **Measurements of chlorophyll fluorescence in different leaf positions may detect nitrogen deficiency in wheat.** *Revista Zemdirbyste Agriculture*, v. 101, n. 4, p. 437-444, 2014.

ZHOU, Y. H.; ZHANG, Y. L.; WANG, X. M.; CUI, J. X.; XIA, X. J.; SHI, K.; YU, J. Q. **Effects of nitrogen from on growth, CO₂ assimilation, chlorophyll fluoresnce, and photosynthetic electron allocation in cucumber in and rice plants.** *Journal of Zhejiang University_Science (Biomedicine & Biotechnology)*, v. 12, n. 2, p. 126-134, 2012.

ZORB, C.; SENBAYRAM, M.; PEITER, E. **Potassium in agriculture – Status and perspectives.** *Journal of Plant Physiology*, v. 171, p. 656-669, 2014.

YIFEI, L.; TIANLAI, L.; HONGYAN, Q.; JIYAO, L.; XIANGYU, Y. **Effects of grafting on carbohydrate accumulation and sugar-metabolic enzyme activities in musk melon.** *African Journal of Biotechnolgy*, v. 9, n. 1, p. 025-035, 2010.

WANG, M.; ZHENG, Q.; SHEN, Q.; GUO, S. **The Critical role of potassium in plant stress response.** *International Journalof molecular sciences*. v.14, p.7370-7390, 2013.

WIND, J.; SMEEKENS, S.; HANSON, J. **Sucrose: metabolite and signaling molecule.** *Revista Phytochemistry*, v. 71, p. 1610-1614, 2010.